



## 저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

도시계획학 석사학위논문

# 대중교통 요금제의 공정성 비교 분석

- 서울 도심 통행자를 대상으로 -

## A Comparative Study of the Fairness of Transit Pricing Options

- Focusing on Travelers

Entering Downtown Seoul -

2016년 8월

서울대학교 환경대학원

환경계획학과 교통학전공

조 황 영

## 국문초록

수도권 통합거리비례요금제가 시행됨에 따라 대중교통 수단 간의 연계가 강화되어 대중교통의 이용자 수가 증가하였다. 하지만 수도권통합거리비례요금제가 시행된 이후 대중교통 보조금은 증가하고 있으며, 대중교통 운영자의 적자가 누적되고 있다. 현재와 같은 대중교통 요금제를 적용하는 경우 보조금과 운영자의 적자가 계속적으로 증가할 것으로 예상된다. 대중교통이용자는 대부분 대중교통을 공공서비스의 개념으로 인식하고 있어, 요금을 높은 수준으로 인상하는 것은 현실적인 대안이 되지 못한다. 따라서 요금제의 구조변화를 통하여 이러한 문제의 해결방안을 모색해야 할 것이다.

본 연구에서는 현재요금제와 대안요금제의 공평성과 효율성을 분석하였다. 공평하면서 효율적인 요금제를 공정한 요금제로 정의하였다. 서울 도심 통행자의 개별통행설문자료를 바탕으로 대안요금제의 적용에 따른 통행행태 변화를 예측하고, 전체 또는 이용자 집단별 원가회수율을 산출하여 요금제 대안의 공평성과 효율성을 분석하였다.

현재요금제의 효율성 지표는 0.599로 운행비용의 약 60%를 요금으로 회수하는 상태이다. 평균원가회수율과 이용자집단의 원가회수율 차이의 합으로 산정되는 공평성 지표는 0.3944로 대안요금제보다 공평한 것으로 나타났다. 대안요금제의 효율성 측면에서는 모든 대중교통 수단에 높은 수준의 균일요금을 부과하는 요금제 대안의 효율성지표가 0.759로 가장 높게 나타났다. 하지만 이 요금제 대안을 적용하는 경우 대중교통 통행자가 가장 많이 감소(26% 감소)하였다. 요금제의 공평성 측면에서는 현재 요금제의 거리비례요금만 인상하는 세분화된 거리비례요금제의 공평성이 가장 높았다. 또한 이 요금제 대안은 현재요금제 대비 대중교통 통행자의 감소가 가장 적었다.

특히, 효율성측면에서 높은 수준의 균일 요금을 부과하는 요금제의 원가회수율이 가장 높았다. 하지만 대중교통 수요의 감소는 대중교통 시스템의 효율성 측면에서 부정적인 영향을 미친다. 그러므로 이 요금제 대안은 현실적으로 효율적이라고 할 수 없다. 반면, 세분화된 거리비례요금제의 경우 대중교통 수요의 감소가 가장 적고, 운행비용의 총액이 현재요금제와 거의 비슷한 수준임에도 불구하고 효율성 지표가 0.706으로 현재요금제 보다 높게 나타났다. 따라서 세분화된 거리비례 요금제가 현실적으로 효율적인 요금제라고 할 수 있다. 결론적으로 세분화된 거리비례요금제가 공평하면서 효율적인 공정한 요금제이다.

본 연구는 서울 도심 통행자를 대상으로 분석하였으므로 분석 대상을 수도권 전체 통행자로 확대하는 경우 다른 결론이 도출 될 수 있을 것이다. 그러나 대중교통 요금제의 공평성과 효율성을 분석하는 체계를 정립하였다는 점에서 의의가 있다.

**주요어 :** 대중교통 요금제, 공정성, 효율성, 공평성, 서울

**학 번 :** 2013-22013

# 목 차

I. 서론 .....	1
1. 연구의 목적 및 필요성 .....	1
2. 연구의 범위 및 내용 .....	2
1) 연구의 범위 .....	2
2) 연구의 내용 .....	2
II. 선행연구의 고찰 .....	4
1. 선행연구의 고찰 및 시사점 .....	4
2. 본 연구의 차별성 .....	6
III. 연구방법론의 정립 .....	7
1. 연구방법론의 개요 .....	7
2. 가정 .....	8
1) 총 통행량 불변에 관한 가정 .....	8
2) 출발시각 불변에 관한 가정 .....	8
3) 통행자의 주 수단에 대한 가정 .....	8
4) 대중교통 서비스 공급 및 비용 불변에 관한 가정 .....	9
5) 통행행태 예측모형의 가정 .....	9
3. 연구방법론 .....	10
1) 요금제 대안별 통행행태 예측 .....	10

2) 요금제 대안별 공정성 분석 .....	12
<b>IV. 자료 .....</b>	<b>14</b>
1. 사용 자료 .....	14
1) 수도권 가구통행실태조사 .....	14
2) 통행시간 및 통행비용 자료 .....	21
3) 수도권 대중교통의 운행비용 .....	24
4) 표본 추출 기준 .....	26
5) 자료의 구축 및 특성 분석 .....	27
2. 수단선택 로짓모형의 수정 .....	37
<b>V. 요금제 대안별 공정성 분석 .....</b>	<b>40</b>
1. 요금제 대안 및 요금수준 설정 .....	40
1) 요금제 대안 .....	40
2) 요금제 대안별 요금수준 설정 .....	41
2. 요금제 대안별 공정성 분석 .....	43
1) 분석의 개요 및 방법 .....	43
2) 요금제 대안별 수단분담율 추정 결과 .....	43
3) 요금제 대안별 효율성 분석 결과 .....	46
4) 요금제 대안별 공평성 분석 결과 .....	47
5) 소결 .....	56

VI. 결론 및 제언 .....	58
1. 결론 .....	58
2. 연구의 시사점 및 한계점 .....	60
■ 참고문헌 .....	61
■ 부록 .....	63
Abstract .....	67

## 표 목 차

<표 1> 가구통행 실태조사 원시자료의 총 표본수 .....	14
<표 2> 수도권가구통행실태자료의 구성 .....	15
<표 3> 소득수준 별 구성비 .....	18
<표 4> 승용차 보유대수 별 구성비 .....	18
<표 5> 연령 별 구성비 .....	19
<표 6> 통행목적 별 구성비 .....	19
<표 7> 통행수단 별 구성비 .....	20
<표 8> 출발시각 별 구성비 .....	20
<표 9> 통행속도 및 차외시간 .....	22
<표 10> 유류비용 산정 .....	23
<표 11> 대중교통 및 택시 통행비용 산정 .....	24
<표 12> 지하철의 운행비용 산정 .....	26
<표 13> 표본추출 기준 .....	27
<표 14> 연구 대상 자료의 구조 .....	28
<표 15> 연구 대상 자료의 소득수준 분포 .....	29
<표 16> 급간을 조정한 연구 대상 자료의 소득수준 분포 .....	29
<표 17> 연구 대상 자료의 승용차 보유여부 분포 .....	30
<표 18> 승용차보유여부의 소득 수준 분포 .....	30
<표 19> 연구 대상 자료의 고령자 분포 .....	31
<표 20> 연구 대상 자료의 수단분담율 .....	32
<표 21> 연구 대상 자료의 첨두시와 비첨두시의 출발시각의 분포 .....	32



<표 22> 연구 대상 자료의 첨두시와 비첨두시의 출발시각의 분포 .....	34
<표 23> 소득수준별 통행거리의 기초통계량 .....	36
<표 24> 한국개발연구원(2008)에서 제시한 효용함수의 파라미터 .....	37
<표 25> 수도권교통본부(2012) 모형의 시간가치 .....	38
<표 26> 지하철의 자기탄력성 비교 .....	38
<표 27> 본 연구에서 사용한 효용함수의 파라미터 .....	39
<표 28> 요금제대안별 대중교통요금체계 .....	42
<표 29> 요금제 대안별 선택승객의 수단분담율 .....	44
<표 30> 요금제 대안별 전체승객의 수단분담율 .....	45
<표 31> 요금제 대안별 선택승객의 평균통행거리 및 평균통행시간 ....	45
<표 32> 요금제 대안별 전체통행자의 원가회수율 분석결과 .....	47
<표 33> 요금제 대안의 공평성지표 .....	48
<표 34> 현재요금제의 통행거리별 원가회수율 .....	50
<표 35> 현재요금제의 소득수준별 원가회수율 .....	50
<표 36> 현재요금제의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율 ...	51
<표 37> 대안(2)의 통행거리별 원가회수율 .....	52
<표 38> 대안(2)의 소득수준별 원가회수율 .....	52
<표 39> 대안(2)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율	53
<표 40> 현재요금제와 대안(2)의 통행거리별 원가회수율 비교 .....	54
<표 41> 현재요금제와 대안(2)의 소득수준별 원가회수율 비교 .....	54
<표 42> 현재요금제와 대안(2)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율 비교 .....	55

## 그 립 목 차

<그림 1> 연구의 흐름도 .....	3
<그림 2> 표본추출을 위한 자료의 구성 .....	15
<그림 3> 출발시각별 표본의 분포 .....	33
<그림 4> 통행거리의 누적분포도 .....	35
<그림 5> 소득수준별 통행거리의 누적분포도 .....	36
<그림 6> 요금제 대안별 효율성지표와 공평성지표 .....	56

## 부 록 표 목 차

<부록 표 1> 대안(1)의 통행거리별 원가회수율 .....	63
<부록 표 2> 대안(1)의 소득수준별 원가회수율 .....	63
<부록 표 3> 대안(1)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율	63
<부록 표 4> 대안(2)의 통행거리별 원가회수율 .....	64
<부록 표 5> 대안(2)의 소득수준별 원가회수율 .....	64
<부록 표 6> 대안(2)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율	64
<부록 표 7> 대안(3)의 통행거리별 원가회수율 .....	65
<부록 표 8> 대안(3)의 소득수준별 원가회수율 .....	65
<부록 표 9> 대안(3)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율	65
<부록 표 10> 대안(4)의 통행거리별 원가회수율 .....	66
<부록 표 11> 대안(4)의 소득수준별 원가회수율 .....	66
<부록 표 12> 대안(4)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율	66

# I. 서론

## 1. 연구의 목적 및 필요성

본 연구에서는 현재 시행중인 수도권통합거리비례요금제와 이의 대안이 될 수 있는 대중교통 요금제를 공평성과 효율성의 측면에서 비교분석하고자 한다. 2004년 서울특별시의 버스개편과 동시에 통합거리비례요금제가 실시된 이후 인천광역시를 포함한 수도권으로 확대되어 시행 중이다. 수도권 통합거리비례요금제의 실시로 대중교통간의 연계가 강화되어 수도권 대중교통의 이용객 수가 증가하였다. 이러한 효과가 나타나자 주요 도시에서도 수도권의 대중교통요금체계를 수용하여 대중교통 통합요금제를 시행 중이다. 그러나 수도권 통합거리비례요금제를 실시한 이후 매년 대중교통보조금은 증가하고 있으며 대중교통운영기관의 적자는 누적되고 있는 실정이다. 비록 고령화가 가속되면서 무임승차로 인한 운임손실도 상당한 영향을 끼쳤지만, 통합거리비례요금제로 인하여 할인되는 운임의 손실도 이와 같은 결과가 나타나게 된 원인이기도 하다. 한편, 대중교통 운임은 기본요금만 소폭 상승하였으며, 거리비례요금은 도입 이후 인상되지 않고 있다. 수도권의 대중교통 서비스가 공급되는 공간적 범위가 점차 넓어지고 있는 상황에서 현재의 요금제가 계속된다면 적자누적과 보조금증가의 문제는 더욱 가속될 것이다. 따라서 본 연구에서는 현재의 요금제와 대안이 될 수 있는 요금제를 적용하였을 때 이용자의 행태변화를 예측하고, 몇 가지 기준으로 분류한 이용자 집단에 대하여 각 요금제 대안의 공평성과 효율성 측면에서 비교한다.

## 2. 연구의 범위 및 내용

### 1) 연구의 범위

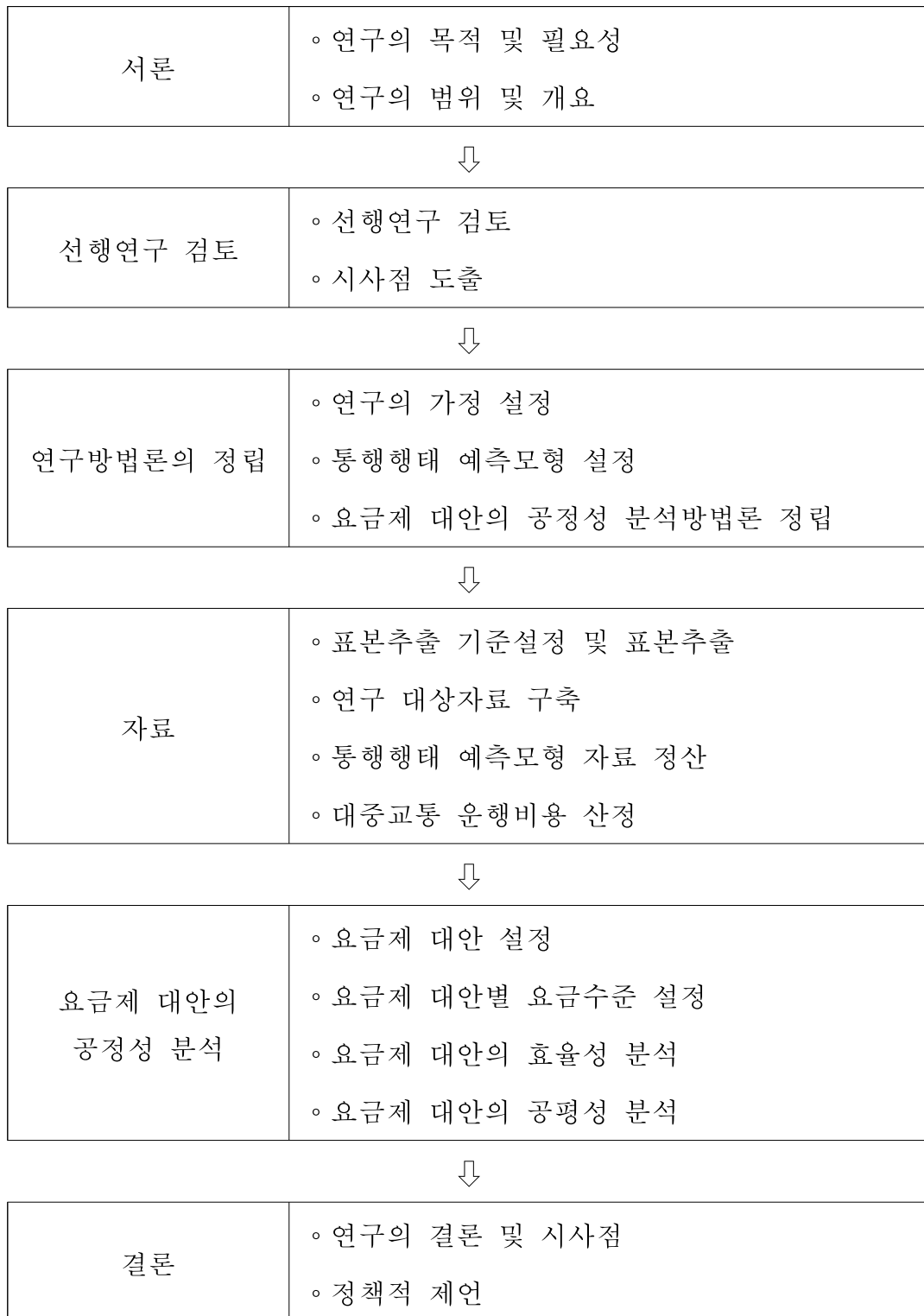
본 연구의 공간적 범위는 수도권통합거리비례요금제가 적용되는 지역이며, 시간적 범위는 분석에 사용한 자료가 작성된 시점인 2010년이다. 분석에 사용하는 요금, 영업비용 등의 자료 역시 분석기준년도와 동일하다. 예외적으로 기준년도 자료의 한계로 인하여 통행거리와 통행시간 산정에 사용된 자료는 2013년도의 도로와 대중교통 네트워크를 이용하였다.

본 연구에서는 승용차, 버스, 지하철, 택시를 이용 가능한 수단으로 설정하였으며, 통행목적 중 통학통행을 제외한 통행자를 대상으로 분석하였다. 또한 요금제 대안 분석 시 복잡도를 낮추기 위하여 청소년의 경우 분석대상에서 제외하였다.

### 2) 연구의 내용

본 연구에서는 대중교통요금제의 효과분석을 위하여 수도권교통본부가 수행한 2010년 수도권가구통행실태조사의 원시자료 중 도착지가 서울시 사대문 안 권역인 표본을 추출하여 요금제 변화에 따른 통행행태의 변화를 예측하였다. 개별 이용자의 통행행태를 예측하는 모형은 통행자의 가구특성을 고려하여 고정승객과 선택승객으로 구분하여 적용하였다. 이를 바탕으로 사회경제적 특성 및 통행 특성에 따라 통행자를 집단별로 분류하고 각 집단의 원가회수율(Cost recovery ratio) 비교를 통하여 공평성과 효율성의 측면에서 각 요금제 대안을 비교분석하였다.

<그림 1> 연구의 흐름도



## II. 선행연구의 고찰

### 1. 선행연구의 고찰 및 시사점

대중교통요금에 관한 대부분의 연구는 특정 요금제로 고정되어 있는 경우 다양한 변수를 고려하여 최적의 대중교통요금을 결정하는데 초점을 둔 연구이다. 따라서 본 연구의 목적과 합치하는 대중교통요금제별 효과 비교 또는 특정 요금제 시행에 따른 효과분석에 관한 연구를 검토하였다.

Cervero(1990)는 이전에 시행되었던 다양한 대중교통요금제를 검토하였다. 이 연구에서는 이용자를 사회경제적 특성 및 통행특성에 따라 분류하고 각 요금제 대안이 각각의 집단에 미치는 영향을 제시하고 있어 본 연구의 분석대상 요금제 대안설정, 이용자 집단의 분류 그리고 결과의 해석에 시사점을 제공하였다. Cervero(1981)는 공정한 요금제를 공평하고 효율적인 요금제로 정의 하였다. 이 연구에서는 서로 다른 세 지역의 통행설문자료와 운임수입, 운행비용 자료를 바탕으로 대중교통 요금제의 공정성을 평가하였다. 단일요금제, 통행시각별 차등요금제, 기본요금에 따른 기본거리가 포함되는 수도권과 유사한 형태의 거리비례요금제, 기본거리가 없는 세분화된 거리비례요금제에 대해 각 요금제의 시행효과를 분석하였다. 효과척도로 원가회수율을 사용하여 통행거리, 통행시각 그리고 사회경제적 특성에 따라 이용자를 분류하여 공평성과 효율성을 분석하였다. Cervero(1982)는 대중교통 요금제를 평가할 수 있는 모형을 제시하였다. 이 연구에서는 Cervero(1981)와 마찬가지로 원가회수율을 대중교통요금제의 공정성을 평가하는 효과척도로 제시하였다. 버스를 대상으로 분석을 수행하였는데, 이용자집단을 분류하고 요금제 변화에 따른 통행행태 변화를 각 집단별 가격탄력성을 바탕으로 추정하였다. Faber et al.(2014)은 거리비례요금제가 사회적 형평성에 미치는 영향을

평가하였다. 미국 유타 주의 통행설문자료를 이용하였으며, 대중교통 통행발생과 통행거리를 추정하는 모형을 이용하여 통행행태 변화를 예측하였다. 이에 더하여 형평성을 분석하기 위하여 GIS를 이용한 분석을 수행하였다. 현행 균일요금제와 총 운임수입이 동일(revenue neutral)하도록 하는 거리비례 요금제를 대안으로 설정하였다. 분석 결과 거리비례요금제를 적용하는 경우 단거리 통행을 주로 하는 저소득층, 유색인종 등의 요금이 종전의 균일요금 보다 낮아졌다. 하지만 소득에 따른 공간적 분포가 다른 경우 거리비례 요금제가 절대적으로 해당 통행자 집단에게 이득을 준다고 할 수 없다. 또한 이용자 집단 간의 교차보조가 발생하는지를 분석해보아야 할 것이다.

한편, Matas(2004)는 스페인 마드리드의 대중교통요금정책의 변화에 따른 효과를 제시하고 변화의 주요한 요인을 분석하였다. 이 연구에서는 버스와 지하철의 이용수요가 어떠한 인자에 의하여 영향을 받는지를 분석하였으며, 승차권의 종류별 영향에 대한 분석도 수행하였다. 그 결과 대중교통서비스의 개선과 저렴한 pass의 도입이 대중교통 이용자의 증가의 주된 요인으로 분석하고 있다. 또한 승차권 종류별 가격탄력성은 크지만 가격교차탄력성이 낮은 것을 고려하면 수요가 감소하지 않으면서 운영자수익을 증대시킬 수 있는 효율적인 요금제의 필요성을 시사하고 있다. Bianchi et al.(1998)은 칠레의 산티아고 지하철을 대상으로 개별 통행자의 SP 설문자료를 활용하여 시간대별 차등요금제 시행에 따른 통행자의 통행시각 변화를 분석하였다. 개별 통행 자료를 네 개의 집단으로 구분하여 집계하고, 각각의 probit모형을 구축하여 비첨두시간대에 요금을 할인해 주는 경우 통행시간대 변경을 예측하였다. 그 결과 모형에서는 실제보다 약간 많은 통행자가 비첨두 시간대로 통행시간대를 변경하는 것으로 나타났다. 실제로는 약 3%~6%의 첨두시간대 통행자가 비첨두 시간대로 통행시간대를 변경하였다. 본 연구에서도 시간대별 차등요금제를 대안으로 고려하고 있다. 시간대별 차등요금제를 시행함에 따른 통행자의 통행시간대 변경 효과를 고려해야 하는 점을 시사한다.



대부분의 대중교통요금에 관한 연구는 단일요금제 또는 거리비례요금제 하에서 최적의 요금을 결정하는 방법론에 초점을 맞추어 진행되었다. 본 연구에서는 비집계 설문자료를 바탕으로 대중교통요금제 대안에 따른 통행행태 변화를 추정하고, Cervero(1981, 1982)가 제시한 분석방법론을 수용하여 각 요금제 대안을 공평성과 효율성 측면에서 비교하고자 한다.

## 2. 본 연구의 차별성

기존의 요금제 대안의 효과분석 연구에서는 단일 수단의 자료를 이용한 분석을 주로 수행하였다. 따라서 요금제 변경에 따른 통행행태변화를 가격탄력성을 바탕으로 한 대중교통 수요의 변화로 모형화 하였다. 그러나 본 연구에서는 도착지가 서울시 사대문 안 권역인 통행자를 연구 대상으로 하고 있는데, 해당 지역은 업무시설이 밀집되어있는 지역으로 대중교통 수단의 공급이 상당히 높은 수준이다. 즉, 버스와 지하철이 상호 보완적이면서도 경쟁관계에 있다고 할 수 있다. 따라서 요금제의 변화에 따른 이들의 수단 간의 경쟁관계를 통행행태변화모형에 포함해야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 요금제 대안에 따른 개인의 통행행태 변화 예측 시 수단별 효용함수를 바탕으로 하는 개인의 결정론적 수단선택을 통행행태 변화 모형에 포함하였다.

기존연구에서는 특히 요금제 대안의 공평성을 다소 정성적으로 분석하였다. 그러나 본 연구에서는 요금제의 공정성을 정량적인 지표를 이용하여 평가할 수 있도록 공평성과 효율성을 각각 측정할 수 있는 방법을 제시하였다.

### Ⅲ. 연구방법론의 정립

#### 1. 연구방법론의 개요

대중교통 요금제의 효과를 분석하기 위하여 2010년 수도권을 대상으로 수행된 가구통행실태조사 개인통행설문자료 중 도착지가 서울시 사대문 안 권역인 표본을 추출하여 분석을 수행하였다. 요금제가 변화함에 따라 개별 통행자의 통행행태가 변화하는 것은 수단선택을 수반하는 통행행태 예측모형을 구축하여 요금제 대안의 시행에 따른 통행행태를 예측하였다. 통행행태 예측모형은 통행수단별 효용함수를 이용하여 구축하였으며, 개별통행자는 주어진 요금제 하에서 승용차, 버스, 지하철, 택시 중 효용이 가장 높은 수단을 선택하여 통행하는 것으로 통행행태 변화를 예측 하였다. 본 연구에서는 요금제 대안으로 현행 거리비례요금제를 바탕으로 한 수정된 거리비례요금제, 균일요금제, 시간대별 차등요금제를 고려하였다.

요금제의 변화에 따라 예측된 개별통행행태를 바탕으로, 사회경제적 특성과 통행특성에 따라 통행자를 분류하였다. 요금제 대안 별 효과분석을 위한 효과척도는 원가회수율을 사용하며, 전체 또는 각 집단의 원가회수율을 산출하여 공평성과 효율성의 측면에서 각 요금제 대안을 비교하였다. 최종적으로 공평하면서 효율적인 요금제로 정의되는 공정한 요금제에 대하여 논의하였다.

## 2. 가정

본 연구의 주된 목적은 대중교통요금제의 대안별 효과를 공평성과 효율성 측면에서 분석하는 것이다. 자료의 한계 및 분석의 복잡도 문제로 인하여 다음의 기본가정을 통하여 대중교통 요금제의 변화에 따른 이용자의 통행행태 변화를 단순화 하였다.

### 1) 총 통행량 불변에 관한 가정

의무통행이 아닌 경우 요금제 변화에 따라 통행 포기가 발생할 수 있다. 하지만 본 연구에서는 표본에 포함된 이용자의 경우 요금제 변경에 의하여 통행비용과 시간이 변화하여도 모든 통행을 완결하여 통행포기는 발생하지 않는 것으로 가정하였다. 본 연구에서는 업무지역이 밀집한 서울시의 대표적인 도심지역인 사대문 안 권역을 도착지로 하는 표본을 대상으로 하였기 때문에 대부분의 통행이 의무통행이므로 이러한 가정을 수반하여도 연구목적에 달성하는데 큰 무리가 없다.

### 2) 출발시각 불변에 관한 가정

상기 가정인 총 통행량 불변에 관한 가정과 유사하게 대중교통요금의 수준이 시간대별로 변화한다면, 이용자는 통행을 개시하는 시각을 변경할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 통행자는 출발시각을 변경하지 않는 것으로 가정하였다. 출발시각의 변화를 고려하기 위해서는 매우 복잡한 모형과 자료를 활용하여야하기 때문에 본 연구의 범위를 넘어서게 된다. 또한 본 연구에서 살펴보고자 하는 것은 통행시각의 변화와 통행포기가 아닌 대중교통요금제의 공평성과 효율성측면의 효과이므로 총 통행량과 출발시각을 불변으로 가정하였다.

### 3) 통행자의 주 수단에 대한 가정

분석기준년도인 2010년 현재시점의 수도권에서는 대중교통통합거리

비례요금제가 시행중이다. 실제로 환승할인이 적용되므로 복합수단(버스+지하철)을 이용하는 통행자가 많다. 그러나 분석에 사용한 자료의 대부분의 통행자는 1회의 목적통행에 대하여 단일수단을 이용한 것으로 응답하였다. 이러한 이유로 본 연구에서는 통행자가 응답한 수단을 주수단으로 간주하며, 수단간 환승은 고려하지 못하여 각각의 수단통행은 단독통행으로 가정하였다.

하지만 통행자의 기종점 인근에 도보로 접근 가능한 지하철역이 존재하지 않는 경우 버스를 이용한 접근 하는 행태를 고려하기 위하여 지하철 이용자는 버스를 이용한 접근도 가능한 것으로 가정<sup>1)</sup>하였다. 지하철의 통행거리 산정 시 도보와 버스를 이용한 접근을 모두 고려하였다. 버스의 경우 버스 단독통행으로 가정하였다.

#### 4) 대중교통 서비스 공급 및 비용 불변에 관한 가정

대중교통 요금제가 변화하면 통행수요의 변화가 일어날 것이며, 이에 대응하여 대중교통 서비스의 공급과 비용 역시 변화할 것이다. 그러나 대중교통 서비스 공급의 변화는 중장기적으로 이루어지며, 본 연구의 분석에서는 요금제의 효과에 초점을 두고 있으므로 이러한 공급의 변화 효과를 배제하였다. 이 뿐만 아니라 개인교통 부문에서도 경로변경 등의 변화도 발생할 것이지만, 같은 이유로 이러한 변화는 없는 것으로 가정하였다.

#### 5) 통행행태 예측모형의 가정

본 연구에 사용한 통행행태 예측모형에서 통행자는 효용함수를 통해 산출된 수단별 효용 중 가장 높은 효용을 나타내는 수단을 선택하게 된다. 그러나 통행자가 속한 가구에서 승용차를 보유하고 있지 않은 경우 대중교통요금의 변화하더라도 승용차를 선택할 수 없게 된다. 이러한 통

---

1) 수도권 교통본부(2012), 「여객 기종점통행량(O/D) 전수화 및 장래수요예측 공동조사 제3편 통행지표 및 정책제언」에서 수단의 위계를 제시하고 있는데, 지하철이 버스보다 높은 위계를 가진다.

행자는 고정승객(Captive rider)로 간주하고, 대중교통요금이 변화하여도 기존의 수단을 계속 이용하는 것으로 가정한다.

### 3. 연구방법론

본 연구는 대중교통 요금제 대안의 공평성과 효율성으로 정의되는 공정성을 분석하기 위하여 정립한 연구방법론은 크게 두 부분으로 구성된다. 첫 번째는 대중교통요금제 대안에 따른 통행자의 행태변화를 예측하는 모형이다. 연구에 개별통행자의 비 집계적인 통행특성 자료를 사용하므로 기존의 집계적 모형과는 다른 개별 통행자의 수단선택 모형을 구축하고 이를 이용하여 개인의 통행행태의 변화를 예측하였다. 두 번째는 대중교통 요금제 대안을 공평성과 효율성측면에서 분석하는 방법론이다. 대중교통 요금제 대안에 따라 예측된 통행행태를 바탕으로 원가회수율을 이용하여 공평성과 효율성측면에서 분석한다.

#### 1) 요금제 대안별 통행행태 예측

대중교통 요금제 변화에 따른 개별통행자의 통행행태의 변화를 예측하기 위하여 수단선택 과정을 거치는 통행행태 예측모형을 구축하였다. 통행시간은 개별 통행자의 통행 특성자료에 기재된 기종점간 통행시간을 사용하며, 대중교통 통행비용은 요금제 대안에 따라 산출된다.

본 연구에서는 개별 통행자의 개별통행설문 자료를 바탕으로 분석을 수행하므로, 일반적으로 사용되는 로짓모형 기반 모형(Sharaby and Shiftan(2012), Huang(2002))이나 가격탄력성(Matias(2004), Gkritza et al.(2011))을 이용한 수단선택모형을 적용하는 것은 적절하지 않다. 따라서 식 (1)과 같이 통행자는 요금제 변화에 따라 새롭게 결정된 효용이 가장 높은 수단을 선택하는 것으로 통행행태 변화를 모형화 하였다.

$$P_{k,k \in M} = \begin{cases} 1, & \text{if } \max(U_M) = U_k \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \dots(1)$$

여기서,

$P_k$  : 수단  $k$ 의 선택확률

$U_k$  : 수단  $k$ 의 효용

$M$  : 전체 대안수단(승용차, 버스, 지하철, 택시) ( $k \in M$ )

본 연구에서 사용한 자료인 2010년 가구통행실태조사를 기반으로 로짓모형으로 추정한 효용함수를 수도권 교통본부(2012), 「여객 기종점통행량(O/D) 전수화 및 장래수요예측 공동조사 제2편 장래수요예측 및 네트워크」에서 제시하고 있는데, 4개의 통행목적별로 효용함수가 구분되어있으며, 버스와 지하철의 복합수단을 고려한 수단대안을 5개로 설정하여 추정된 효용함수이다. 따라서 본 연구에서는 환승을 고려하지 못하므로 복합수단을 고려할 수 없어 해당 효용함수의 사용이 불가능하다. 이외에도 효용함수에 포함된 일부 변수의 구득이 불가능하여 본 연구에서 사용한 수단별 효용함수는 한국개발연구원(2008)<sup>2)</sup>에서 제시하는 로짓모형으로 추정된 통행시간과 통행비용을 독립변수로 하는 식 (2)의 수단별 효용 함수를 사용하였다.

$$U_{ijk} = \alpha_k + \beta_1 Time_{ijk} + \beta_2 Cost_{ijk} \quad \dots(2)$$

여기서,

$U_{ijk}$  : 수단  $k$ 의 존  $i$ 와  $j$ 간의 효용

---

2) 한국개발연구원(2008), 「도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제5판)」

$Time_{ijk}$  : 수단  $k$ 의 존  $i$ 와  $j$ 간의 총통행시간

$Cost_{ijk}$  : 수단  $k$ 의 존  $i$ 와  $j$ 간의 총통행비용

$k$  : 수단(승용차, 버스, 지하철, 택시)

$\alpha_k$  : 수단특정상수,  $\beta_1, \beta_2$  : 계수

## 2) 요금제 대안별 공정성 분석

Cervero(1981)에서는 대중교통의 비용이 이용자들에게 공평하면서 효율적으로 분배되는 요금이 공정한 요금이라고 정의하고 있다. 이 연구에 따르면 공평하고 효율적인 요금은 서비스의 한계비용만큼을 부과하는 것이고, 공정한 대중교통 요금제는 이용자에게 대중교통 서비스의 한계비용만큼의 요금을 부과할 수 있는 요금제이다.

본 연구에서는 공정한 요금제를 공평성과 효율성을 동시에 만족시키는 요금제로 정의한다. 이용자를 몇 개의 집단으로 구분하고 각 집단 간 또는 전체 이용자의 원가회수율의 비교를 통하여 요금제대안별 공정성을 서수적으로 평가할 수 있다. 따라서 요금제 대안별 효율성과 공평성을 각각의 측면에서 분석하고, 이를 종합하여 공정성을 분석하였다.

$$R = \frac{Fare}{Cost} \quad \dots(3)$$

여기서,

$R$  : 원가회수율

$Fare$  : 통행요금,  $Cost$  : 운행비용

정의에 따라 절대적으로 공정한 요금제는 모든 개별 통행자에게 서비스의 한계비용만큼을 요금으로 부과할 수 있어 공정성을 분석하는 지표인 원가회수율이 모든 통행자에 대하여 1로 동일하게 나타날 것이다.

공평성의 측면에서 이용자 간의 비용회수율의 차이가 없어 교차보조가 이루어지지 않으며, 효율성의 측면에서는 운영자가 서비스를 제공하는데 필요한 한계비용만큼을 요금으로 거두어들이기 때문에 누구에게도 손해가 발생하지 않는다. 이러한 개념을 바탕으로 공평성의 측면에서는 몇 가지 기준으로 구분한 이용자 집단 간의 원가회수율의 차이가 적게 나타날수록 더 공평한 요금제라고 할 수 있다.

본 연구에서는 효율성의 측면은 전체통행자의 원가회수율의 크기를 분석하였다. 공평성의 측면은 전체통행자를 사회경제적 특성에 따라 분류하고, 전체통행자의 원가회수율 값이 평균의 의미를 가지므로 이를 기준으로 하여 각 집단의 원가회수율을 비교하였다. 평균 원가회수율을 기준으로 통행자집단 간의 교차보조 관계도 파악할 수 있다. 요금제 대안의 공평성은 식(4)와 같이 산정할 수 있다. 각각의 분류기준에 대하여, 평균 원가회수율과 사회경제지표 또는 통행특성에 따라 분류된 통행자집단의 원가회수율 차이의 크기를 산출한다. 이를 기준에 따라 분류된 집단에 속하는 통행자수로 가중 평균한 값의 합계가 공평성지표이다.

$$\begin{aligned} \text{효율성 : } R_{all} &= \frac{\sum_{g,l,h} Fare_{g,l,h}}{\sum_{g,l,h} Cost_{g,l,h}} \\ \text{공평성 : } \sum_g \{ \sum_l (N(l) \times |R_{g,l} - R_{all}|) / n \} & \dots(4) \\ R_{g,l} &= \frac{Fare_{g,l}}{Cost_{g,l}} = \frac{\sum_{h \in l} Fare_{g,l,h}}{\sum_{h \in l} Cost_{g,l,h}} \end{aligned}$$

여기서,

$R$  : 원가회수율,  $Fare$  : 통행요금,  $Cost$  : 운행비용

$g$  : 통행자집단 분류기준,  $l$  : 분류기준  $g$ 의 등급

$h$  : 개별통행자,  $n$  : 전체통행자 수



## IV. 자료

### 1. 사용 자료

#### 1) 수도권 가구통행실태조사

##### (1) 자료의 구성

본 연구에서 사용한 수도권 가구통행실태조사 원시자료는 2010년을 기준으로 수도권의 약 22만여 가구, 약66만여 명을 대상으로 조사한 가구특성자료, 개인특성자료, 그리고 약 139만 건의 개인통행특성자료로 구성되어있다. 가구특성자료는 차량소유상태, 월평균 소득 등의 사회경제적 지표와 이용 가능한 인근 지하철역, 지하철역까지의 접근시간 등의 통행과 관련된 특성자료를 포함하고 있다. 개인특성자료는 개인의 연령, 직업, 성별, 고용형태 등의 사회경제지표와 직장 또는 학교인근의 역 정보 등의 통행과 연관 있는 특성자료로 구성되어있다. 마지막으로 2010년 10월과 12월 중 평일의 통행을 기록한 개인통행특성자료는 기종점과 통행목적, 통행수단, 출발/도착시각 등의 통행특성을 나타내는 자료이다.

<표 1> 가구통행 실태조사 원시자료의 총 표본수

구분	총 표본수
가구특성자료	226,563
개인특성자료	661,779
개인통행특성자료	1,390,179

<표 2> 수도권가구통행실태자료의 구성

구분	내 용
가구특성자료	가구가 속한 존, 가구번호, 차량보유여부, 차종별 보유 대수, 주택소유 형태, 총가구원 수, 주택종류, 월평균소득, 주거면적, 인근 지하철역, 인근 지하철역까지 소요시간 등
개인특성자료	가구번호, 개인번호, 연령, 직업, 성별, 고용형태, 세대주와의 관계, 동거여부, 자동차면허유무, 근무형태, 직장/학교 인근 이용 가능한 역 등
개인통행특성자료	개인번호, 통행일자, 기/종점 존, 출발/도착시각, 통행목적, 통행시간, 통행수단, 교통카드 사용유무, 주차요금지불여부, 통행료 지불여부 등

세 특성자료를 결합하여 이용자의 통행특성과 사회경제적 특성을 나타낼 수 있는 자료를 생성하였다. 조사된 항목 중 본 연구의 목적에 부합하는 항목을 선정하여 <그림 2>와 같은 형태로 표본추출을 위한 자료를 구축하였다.

<그림 2> 표본추출을 위한 자료의 구성

가구 및 개인 특성자료	<p>가구소득 수준(1~6)</p> <p>가구의 차량 보유여부(유,무)</p> <p>출생년도(4자리)</p>
	← 가구 번호 및 개인번호를 이용하여 자료 결합
개인통행특성자료	<p>출발지, 도착지(8자리 코드)</p> <p>통행목적(1~10), 통행수단(1~18),</p> <p>출발시각(4자리, HHMM)</p>

가구통행실태조사의 개인통행특성자료를 기반으로 통행특성을 나타내는 출발지, 도착지, 통행목적, 통행수단, 출발시각, 으로 구성된 자료를 구축하였다. 또한 해당 통행자의 사회경제적 특성을 나타내는 가구소득

수준과 가구의 차량보유여부, 출생년도를 포함하였다. 본 연구에서 상기 사회경제적 특성을 고려한 이유는 다음과 같다.

#### ① 가구소득 수준

대중교통은 공공서비스의 성격이 강하므로 요금체계가 공평성의 측면에서 통행자의 가구소득 수준별로 어떠한 영향을 미치는지와 요금제의 수용가능성을 분석할 필요가 있어 가구소득수준을 고려하였다.

#### ② 가구의 차량보유여부

승용차 보유여부는 요금제의 변화에 따른 통행행태의 변화를 예측하는데 있어 대안수단의 선택에 큰 영향을 미친다. 만일 승용차를 보유하지 않는 경우 대중교통 요금이 승용차를 이용한 통행비용을 초과하여도 이를 통행 수단으로 선택할 수 없게 된다. 이 경우 해당 통행자는 고정승객(Captive rider)이 되어 변화된 요금제를 그대로 받아들이게 된다. 이를 고려하기 위하여 승용차의 보유여부를 고려하였다.

#### ③ 출생년도

현재 대부분의 도시의 대중교통요금체계는 고령자와 어린이 그리고 청소년에 대한 요금 할인 또는 무임승차를 제공하고 있다. 수도권에서는 고령자의 지하철요금은 무료이며, 어린이와 청소년의 경우 버스와 지하철 기본요금이 할인된다. 무임승차와 요금할인은 대중교통 운영자의 수입과 밀접한 연관성이 있어 통행자의 연령을 고려하였다.

## (2) 원시자료의 사회경제 및 통행특성<sup>3)</sup>

표본추출을 위하여 구축한 원시자료의 주요 사회경제적 특성과 통행 특성을 분석하였다. 사회경제적 특성은 소득수준(6등급)과 가구의 승용차보유대수(5등급) 그리고 연령(7등급)이며, 이는 앞서 언급한 바와 같이 대안요금제의 효과분석 시 통행자의 집단을 구분하고 집단별 효과를 알아보기 위한 중요한 지표이다. 통행특성을 나타내는 지표는 통행목적(7개 목적), 수단 분담율(6개 수단) 그리고 출발시각(4등급)이다. 원시자료의 사회경제적 특성 중 소득수준은 서울시, 인천시, 경기도에서 공통적으로 200만원 이상, 300만원 미만인 가구의 수가 가장 많으며, 약 절반 이상의 가구가 200만원 이상, 300만원 미만과 300만원 이상, 500만원 미만에 포함된다. 서울시의 경우 약 30%의 가구가 승용차를 보유하고 있지 않으며, 인천시의 경우 24%, 경기도는 18%가 승용차를 보유하고 있지 않고 수도권 전체는 24%가 승용차를 보유하지 않는다. 65세 이상 고령자의 비율은 수도권에서 약 8%이다. 통행특성 중 통행목적의 구성비는 귀가통행이 수도권 전체의 약46%로 가장 많았다. 그 다음으로는 출근통행이 약 19%로 귀가를 제외한 목적통행 중 구성비가 가장 높았다. 수단 통행의 구성비는 지역별로 상이한데, 도보와 기타통행을 제외하면 서울시의 경우 승용차, 버스, 지하철의 분담율이 약 20%수준으로 대등하다. 한편, 인천시와 경기도는 승용차의 구성비가 상당히 높고 버스의 분담율은 약 20%, 지하철의 분담율은 약 5%로 지하철의 분담율이 수도권의 평균 분담율에 비하여 현저히 낮다. 원시자료 전체표본의 통행시각을 분포를 알 수 없어, 2010년 O/D의 총 수단통행을 분석하였다. 수도권의 오전 첨두시간(07:00~09:00)대에 전일 통행량의 약23%가 집중되어있으며, 1시간당 통행량이 가장 높다.

3) <표 3~8>의 값은 수도권 교통본부(2012)의 『여객 기종점통행량(O/D) 전수화 및 장래수요예측 공동조사 제1편 전수화』에 제시된 값으로 원시자료의 총 표본수와 차이가 있으며, 특히 원시자료의 출발시각 분포가 제시되어있지 않아 <표 8>의 값은 전수화를 거친 O/D의 분포를 제시하였다.

① 소득수준

<표 3> 소득수준 별 구성비

	구분	<100만원	<200만원	<300만원	<500만원	<1000만원	1000만원+	무응답	합계
서울시	가구수	11,769	19,068	25,812	26,742	12,431	1,812	428	98,062
	비율	12%	19%	26%	27%	13%	2%	0%	100%
인천시	가구수	4,690	6,552	9,221	7,380	1,943	253	170	30,209
	비율	16%	22%	31%	24%	6%	1%	1%	100%
경기도	가구수	11,219	20,040	28,978	27,313	9,416	1,022	448	98,436
	비율	11%	20%	29%	28%	10%	1%	0%	100%
수도권	가구수	27,678	45,660	64,011	61,435	23,790	3,087	1,046	226,707
	비율	12%	20%	28%	27%	10%	1%	0%	100%

② 승용차 보유여부

<표 4> 승용차 보유대수 별 구성비

	구분	없음	1대	2대	3대	4대 이상	합계
서울시	가구수	28,982	57,722	10,432	749	177	98,062
	비율	30%	59%	11%	1%	0%	100%
인천시	가구수	7,289	18,290	4,162	378	90	30,209
	비율	24%	61%	14%	1%	0%	100%
경기도	가구수	18,162	60,691	17,681	1,576	326	98,436
	비율	18%	62%	18%	2%	0%	100%
수도권	가구수	54,433	136,703	32,275	2,703	593	226,707
	비율	24%	60%	14%	1%	0%	100%

③ 연령

<표 5> 연령 별 구성비

	구분	5~14세	15~24세	25~34세	35~44세	45~54세	55~64세	65이상	합계
서울시	가구원수	37,734	38,470	39,454	55,221	53,900	37,307	23,313	285,399
	비율	13%	13%	14%	19%	19%	13%	8%	100%
인천시	가구원수	14,913	12,544	10,326	19,592	17,519	8,710	6,414	89,988
	비율	17%	14%	11%	22%	19%	10%	7%	100%
경기도	가구원수	39,331	41,930	31,473	60,333	59,628	30,748	23,438	286,881
	비율	14%	15%	11%	21%	21%	11%	8%	100%
수도권	가구원수	91,978	92,944	81,253	135,146	131,047	76,765	53,165	662,268
	비율	14%	14%	12%	20%	20%	12%	8%	100%

④ 통행목적

<표 6> 통행목적 별 구성비

	구분	출근	등교	업무	쇼핑	학원	기타	귀가	합계
서울시	통행수	114,670	64,725	24,913	17,465	31,961	67,511	285,897	607,142
	비율	19%	11%	4%	3%	5%	11%	47%	100%
인천시	통행수	33,401	22,770	5,902	4,777	9,554	17,136	75,870	169,410
	비율	20%	13%	3%	3%	6%	10%	45%	100%
경기도	통행수	109,215	69,020	23,879	17,010	31,176	62,107	250,621	563,028
	비율	19%	12%	4%	3%	6%	11%	45%	100%
수도권	통행수	257,286	156,515	54,694	39,252	72,691	146,754	612,388	1,339,580
	비율	19%	12%	4%	3%	5%	11%	46%	100%

④ 수단분담율

<표 7> 통행수단 별 구성비

	구분	승용차	버스	철도/지하철	택시	도보	기타	합계
서울시	통행수	149,831	123,601	134,289	6,839	193,272	27,429	635,261
	비율	24%	19%	21%	1%	30%	4%	100%
인천시	통행수	58,347	35,036	9,980	1,673	60,569	7,107	172,712
	비율	34%	20%	6%	1%	35%	4%	100%
경기도	통행수	220,976	111,073	26,832	3,719	183,881	26,180	572,661
	비율	39%	19%	5%	1%	32%	5%	100%
수도권	통행수	429,154	269,710	171,101	12,231	437,722	60,716	1,380,634
	비율	31%	20%	12%	1%	32%	4%	100%

⑤ 출발시각

<표 8> 출발시각 별 구성비

발생기준 (천 통행)	구분	오전첨두시 (07:00~09:00)	오전비첨두시 (09:00~18:00)	오후첨두시 (18:00~20:00)	오후비첨두시 (20:00~04:00)	합계
서울시	총수단통행수	5,365	9,731	4,886	5,278	25,261
	비율	21%	39%	19%	21%	100%
인천시	총수단통행수	1,112	1,998	766	781	4,657
	비율	24%	43%	16%	17%	100%
경기도	총수단통행수	4,621	8,188	3,262	3,131	19,203
	비율	24%	43%	17%	16%	100%
수도권	총수단통행수	11,098	19,917	8,915	9,191	49,120
	비율	23%	41%	18%	19%	100%

## 2) 통행시간 및 통행비용 자료

통행시간과 통행비용은 효용함수의 독립변수로 통행행태 예측모형의 중요한 변수이며, 수단선택과정의 미선택대안의 효용을 계산하기 위해서는 합리적인 통행시간과 통행비용의 추정이 필요하다.

### (1) 통행시간 추정

2010년 수도권 가구통행실태조사 원시자료에 출발시각과 도착시각이 포함되어있어 이를 바탕으로 통행자가 응답한 통행시간을 산출할 수 있다. 그러나 자료의 코딩 과정에서의 오류, 통행자 별 통행시간 인지에 따른 편차 등으로 인하여 비현실적인 값의 출현빈도가 높아 이를 이용하기 어려운 실정이다. 만약 원시자료의 통행시간과 네트워크에서 추정된 통행거리를 바탕으로 수단별 통행속도를 추정하고, 이를 이용하여 미선택대안의 통행시간을 산정하는 경우 오차가 증폭된다. 이러한 이유로 본 연구에서는 통행시간을 재 추정하였다.

원시자료로부터 추출한 표본에는 통행거리가 포함되어있지 않아 출발지와 도착지간의 통행거리를 추정하였다. 통행거리는 본 연구에서 고려하는 수단은 승용차, 버스, 지하철, 택시인데 택시는 승용차와 동일한 것으로 가정하고 3개의 수단에 대하여 기종점간 통행거리를 각각 추정하였다. 통행거리 추정 시 교통수요 분석프로그램인 EMME 4를 이용하였으며, 기본 자료는 KTDB에서 제공하는 2013년도를 기준년도로 하는 수도권 도로·철도 통합네트워크를 이용하였다. 여기서, 2010년에 해당하는 네트워크자료는 버스의 transit자료가 존재하지 않고, 본 연구의 분석기준년도 보다 과거시점을 기준년도로 하여 구축된 네트워크로 정확도의 문제가 있어 상기 자료를 활용하였다.

통행거리 추정에 사용한 자료에는 대중교통의 경우 운행정보를 나타내는 transit 자료가 포함되어있는데, 이는 다시 버스와 지하철로 구분된다. 승용차와 택시의 기종점간 통행거리는 네트워크상의 최단거리를 이



용하는 것으로 가정하여 추정하였다. 대중교통 수단인 버스와 지하철의 통행거리는 실제요금 부과 기준이 되는 차내통행 거리를 기종점간 통행거리로 산정하였으며, 경로선택 전략은 최적전략(Optimal strategy) 알고리즘을 적용하였다. 여기서, 버스의 통행거리는 버스 transit에 의한 차내 통행거리, 지하철의 경우 기본가정에서 언급한 바와 같이 버스를 접근수단에 포함하므로 버스와 지하철 transit을 동시에 이용할 수 있도록 하였다.

통행시간 산정을 위한 통행속도는 서울특별시 도시교통본부(2011)<sup>4)</sup>에서 제시하는 승용차와 버스의 평균통행속도를 이용하였으며, 서울특별시도시철도공사(2011)<sup>5)</sup>에서 제시하는 지하철 표정속도를 이용하여 각 수단의 차내 통행시간을 추정하였다. 또한 승용차를 제외한 수단의 경우 해당 수단을 이용하기 위한 접근시간과 대기시간 등이 포함된 차외시간이 소요된다. 차외시간은 한국개발연구원(2008)에서 제시하는 값을 이용하였다. 각 수단의 평균통행속도와 차외시간은 <표 9>에서 제시하고 있다.

<표 9> 통행속도 및 차외시간

통행수단	통행속도(kph)	차외시간(분)	비고
승용차	21.5	0	
버스	19.8	7/15	10km 미만 : 7분, 10km 이상 : 15분
지하철	32.3	15	
택시	21.5	5	

4) 서울특별시 도시교통본부(2011), 『2010년도 서울시 차량통행속도』

5) 서울특별시도시철도공사(2011), 『2011년 서울도시철도 수송계획』

## (2) 통행비용 추정

본 단락에서 통행비용은 통행자가 각 수단을 이용하기 위하여 지불한 금액을 의미한다. 통행비용은 통행속도와 함께 수단선택모형의 독립변수이며, 본 연구에서 요금제의 공정성분석의 지표인 원가회수율 산정에도 활용된다. 통행거리를 차내 거리로 추정하였으므로, 대중교통의 통행비용은 통행자가 지불한 요금과 같다.

승용차의 통행비용은 유류비용과 주차비용으로 구성된다. 감가상각비용과 유류비용을 제외한 차량운행비용은 인지하기 어려울 뿐 아니라 그 크기가 상대적으로 작아 제외하였다. 유류비용은 한국철도시설공단, 한국교통연구원(2010)<sup>6)</sup>에서 제시한 속도별 승용차의 유류사용량, 사용연료에 따른 총 주행비용 그리고 유류비용을 이용하여 평균통행속도에서의 유류비용을 152.31원/km로 산정하였다. 주차비용은 2010년 서울시 1급지월 주차 요금 15만원을 기준으로 주간만 이용하므로 50%를 적용하였으며, 건물부설주차장이 설치되어있는 점을 고려하여 전체 승용차 이용자의 20%만 주차요금을 지불하는 것으로 가정하여 750원/일(월 20일)을 적용하였다.

<표 10> 유류비용 산정

구분	휘발유	경유	가중평균(원/ℓ)
가격(원/ℓ)	1,710.41	1,502.80	1,648.211
사용연료구성비	0.700405	0.299595	

대중교통 및 택시의 통행비용은 2010년 서울시의 요금체계를 적용하였다. 본 연구에서는 모든 통행을 단독통행으로 간주하므로, 버스의 경우 버스 단독통행의 요금을 적용하였다.

6) 한국철도시설공단, 한국교통연구원(2010), 『철도투자평가편람 전면개정 연구』

<표 11> 대중교통 및 택시 통행비용 산정

구분	기본요금	거리요금	비고
버스	900원		
지하철	900원(10km까지)	100원(5km당, 40km 초과시 10km당)	고령자 무임승차
택시	2,400원(2km까지)	100원(144m당)	시간요금 미고려

### 3) 수도권 대중교통의 운행비용

본 연구에서 대중교통 요금제 공정성 평가의 효과척도인 원가회수율을 산정하기 위하여 분석기준년도의 대중교통 수단별 운행비용을 적절하게 산정해야 한다. 각 대중교통 수단의 특성과 운행 시간대, 운영 형태에 따라 운행비용이 다르게 산정이 될 것이다. 그러나 운영자의 규모에 따라 비용 구조가 다르기 때문에 개별 노선별 비용 산정은 불가능하다.

특히 도시철도 및 광역철도의 경우 동일선로에서 두 개의 운영자가 대중교통 서비스를 제공하기도 하며, 한 운영자가 복수의 노선을 운행하는 경우, 동일노선의 완/급행이 존재하는 경우가 있다. 이러한 경우 결합비용과 공통비용의 존재로 인하여 노선별 또는 운영자별 비용의 분리가 간단하지 않다. 또한 영업비용에 관한 자료가 운영자 단위로 집계되어 있어 세부적인 운행비용을 산정할 수 없다.

본 연구에서는 수단별 수송실적 지표와 구득 가능한 비용자료를 활용하여 인-km당 운행비용을 산정하였다. 하지만 구득 가능한 자료 내에서 운행비용을 산정하는 경우 일 평균 개념으로 운행비용을 산정하게 된다. 이는 시간대별 배차간격 등을 고려하지 못하기 때문에 출발 시간대별 차등요금제 등의 효과를 분석하기 위해서는 시간대별 운행간격을 고려한 운행비용 산정이 필요하다. 따라서 지하철은 김성수, 박진경(2003)<sup>7)</sup>

의 연구에서 제시하는 한계비용에 근거한 비첨두요금과 이에 차량비용을 포함한 첨두 요금의 비율을 바탕으로 첨두시와 비첨두시의 운행비용을 구분하여 산정하였다. 한편, 버스의 경우 첨두시와 비첨두시의 운행시각의 차이가 크지 않아 이를 구분하지 않았다. 이 외에도 통행거리에 따른 한계비용의 차이가 존재하지만, 자료의 한계로 인하여 이는 고려하지 못하였다.

### (1) 버스의 운행비용 산정

본 연구에서는 모든 버스 통행은 시내버스를 이용한 통행으로 간주하였다. 서울시를 비롯한 수도권을 운행하는 버스의 종류는 다양하지만, 자료의 한계로 인하여 시내버스만 고려하였다. 시내버스의 운행비용은 아래와 같이 산정한다.

$$\text{인} - \text{km당 운행비용}_{\text{버스}} = \frac{\text{1대당 1일 운행비용}}{\text{1인당 평균 탑승거리} * \text{1대당 일평균 수송인원}} \quad \dots(5)$$

전국버스운송사업조합연합회(2012)<sup>8)</sup>에서 제시한 2010년의 대당 수송인원은 604명/일<sup>9)</sup>을 사용하며, 1인당 평균 탑승거리는 본 연구의 원시자료인 가구통행실태조사를 이용한 연구인 오병록(2014)<sup>10)</sup>이 제시한 4.645km를 사용하였다. 시내버스 1대당 1일 운행비용은 서울시정개발연구원, 대주회계법인(2011)<sup>11)</sup>에서 제시한 49만8천666원을 사용하였다. 식(4)를 이용하여 산정한 인-km당 평균 운행비용은 177.76원으로 산정되었다.

7) 김성수, 박진경(2003), “서울 지하철서비스의 공급비용과 적정 요금수준 추정”, 『환경논총』 41: 49-78.

8) 전국버스운송사업조합연합회(2012), 『2011버스통계편람』

9) 1년 수송인원을 면허대수와 일수로 나눈 값임

10) 오병록(2014), “가구통행실태조사 자료를 이용한 통행특성 분석과 생활권 기준 설정 연구”, 『서울도시연구』 15(3): 1-18.

11) 서울시정개발연구원, 대주회계법인(2012), 『시내버스 정산시스템 구축 학술용역』

## (2) 지하철의 운행비용 산정

본 연구에서는 지하철의 운행비용은 서울시의 지하철 운영기관인 서울메트로와 서울도시철도공사의 실적자료를 바탕으로 산정하였다. 그러나 이는 1일 평균 인-km당 운행비용으로 첨두시 대비 비첨두시의 운행시격이 약 1.9배인 점을 고려하여 첨두시와 비첨두시의 원가를 구분하였다. 앞서 언급한 바와 같이 김성수, 박진경(2003)에서 제시하는 첨두시와 비첨두시의 요금비율과 본 연구의 표본의 시간대별 승객수를 바탕으로 1일 평균 인-km당 운행비용을 분할하였다. 1일 평균 인-km당 운행비용은 <표 12>의 자료<sup>12)</sup>를 이용하여 버스와 유사한 방법으로 산정하였다.

$$\text{인-km당 운행비용}_{\text{지하철}} = \frac{\text{1일 평균 영업비용}}{\text{1인당 평균 탑승거리} * \text{1일 평균 승차인원}} \quad \cdots(6)$$

<표 12> 지하철의 운행비용 산정

구분	1일 평균 영업비용(원)	1일 평균 승차인원(인)	평균탑승 거리(km)	인-km당 운행비용(원)
서울메트로	3,119,452,055	2,981,000	11.9	87.94
서울도시철도공사	2,021,520,548	1,692,000	12.1	98.74
계	5,140,972,603	4,673,000	12.0	91.68

1일 평균 인-km당 운행비용은 91.68원이며, 이를 첨두시와 비첨두시로 분할한 결과 첨두시와 비첨두시에 각각 102.03원/인-km, 81.86원/인-km로 산정되었다.

## 4) 표본 추출 기준

본 연구에서 사용하는 자료는 통행특성과 가구와 개인특성자료가 결

12) 서울메트로, 2010년도 결산개요, <http://www.seoulmetro.co.kr>

서울도시철도공사, 2010년도 결산서, <http://www.smrt.co.kr>

합된 2010년 수도권 가구통행실태조사의 원시자료를 모집단으로 하고, <표 13>의 기준에 따라 표본을 추출하여 구축하였다. 표본 추출 시 다양한 요금제 대안을 적용할 수 있도록 시간대별 통행특성의 분명한 차이가 나타나며, 대중교통의 수단분담율이 높고, 통행거리가 다양한 존을 도착지로 선정하였다. 이 조건에 부합하도록 대표적인 업무지역인 서울시 사대문안 권역에 속하는 서울시 종로구 사직동, 교남동, 종로1·2·3·4가동, 종로 5·6가동과 중구 소공동, 회현동, 명동, 필동, 광희동, 을지로동 총 10개의 존을 도착지로 하는 통행특성자료를 추출하였다. 그리고 청소년과 어린이의 통행특성자료를 제외하였다. 이는 요금제 변화에 따른 통행행태변화 예측 시 요금제의 복잡도가 상승하기 때문이다. 같은 이유로 통학통행과 학원통행을 제외하였다. 또한 가구소득수준을 미응답한 자료를 제외하였다.

<표 13> 표본추출 기준

구분	항목	기준	비고
도착지	도착지 존	도착지가 서울 사대문안 권역	10개 존
소득수준	가구소득	미응답 제외	6등급
연령	출생년도	어린이와 청소년 제외	고령자 포함
통행목적	통행목적	학원 및 통학통행 제외	

## 5) 자료의 구축 및 특성 분석

2010년 수도권 가구통행 실태조사 원시자료를 <그림 2>의 형태로 가공한 자료로 부터 표본추출 기준을 고려하여, 모집단의 약 1.34%인 18,562개의 표본을 추출하였다. 이 자료는 통행거리정보가 포함되어있지 않으므로, 수도권 도로·철도 통합네트워크를 이용하여 추정된 수단별 기종점간 통행거리 자료와 <표 9>의 자료를 바탕으로 추정한 통행시간

을 결합하여 연구에 사용되는 자료를 구축하였다. 자료의 형태는 아래 <표 14>와 같다.

<표 14> 연구 대상 자료의 구조

항목	자료 형태	비고
출발지 존	8자리 행정구역코드	
도착지 존	8자리 행정구역코드	서울 사대문 안 10개존
통행수단	수단 코드	승용차 동승통행과 버스의 종류 구분
통행목적	통행목적 코드	
소득수준	6등급(1~6)	가구 월 소득 (1:100만원미만, 2:200만원미만, 3:300만원미만, 4:500만원미만, 5:1,000만원미만, 6:1,000만원 이상)
승용차보유여부	유/무	
출생년도	4자리(년도)	
출발시각	4자리(HHMM)	
통행시간	분	
통행거리	km	승용차(택시), 버스, 지하철의 차내 통행 거리

연구 대상 자료의 사회경제적 특성과 통행 특성은 통행행태 예측모형 적용과 요금제 대안의 공정성분석에 있어 매우 중요하므로 각 지표별 기초통계량을 분석하였다. 이는 연구 대상 자료의 급간 조정, 요금제 대안의 공정성 분석을 위한 통행자 집단 구분, 경제적 취약계층의 요금제 수용가능성 분석 등에 활용하였다. 모집단인 2010 가구통행실태조사 원시자료의 사회경제 및 통행특성분석은 수도권교통본부(2012), 『여객 기종점 통행량(O/D) 전수화 및 장래수요예측 공동조사』를 참고하였다.

## (1) 사회경제적 특성

### ① 소득수준(<표 15>,<표 16>)

전체 표본 18,562건을 소득수준을 6등급으로 분류한 결과 가구 월 소득이 300만원 이상, 500만원 미만인 가구에 속하는 표본이 약 33%로 가장 많다. 서울시, 수도권보다 상대적으로 저소득 등급의 구성비가 낮다. 6개의 등급을 유지하는 경우 표본수의 차이가 크므로, <표 12>와 같이 급간을 조정하였다. 4개의 급간으로 조정한 결과 “중고”에 해당하는 등급이 약 33%로 구성비가 상대적으로 높지만, 등급 간의 표본수의 차이가 감소하였다.

<표 15> 연구 대상 자료의 소득수준 분포

가구 월 소득	표본		서울시		수도권	
	표본수	구성비	표본수	구성비	표본수	구성비
<100	1,168	6.29%	11,769	12.05%	27,678	12.27%
<200	2,787	15.01%	19,068	19.53%	45,660	20.23%
<300	4,596	24.76%	25,812	26.44%	64,011	28.37%
<500	6,130	33.02%	26,742	27.39%	61,435	27.22%
<1000	3,400	18.32%	12,431	12.73%	23,790	10.54%
>1000	481	2.59%	1,812	1.86%	3,087	1.37%
계	18,562	100%	97,634	100%	225,661	100%

<표 16> 급간을 조정한 연구 대상 자료의 소득수준 분포

가구 월 소득	표본 수(건)	구성비
저(<100,<200)	3,955	21.31%
중저(<300)	4,596	24.76%
중고(<500)	6,130	33.02%
고(<1000,>1000)	3,881	20.91%
계	18,562	100.00%



② 승용차 보유여부(<표 17>,<표 18>)

가구에 승용차를 보유하지 않는 경우 대중교통의 고정승객으로 요금제의 변화에도 수단을 변경하지 않기 때문에 승용차 보유율을 분석하였다. 본 연구에서 사용한 표본의 승용차 보유율은 약 83%로 수도권의 원시자료의 승용차 보유율인 76%를 상회한다. 승용차보유여부는 가구소득과도 연관성이 있어, 서울시 또는 수도권 전체에 비하여 표본의 승용차 보유율이 높게 나타난다.

<표 17> 연구 대상 자료의 승용차 보유여부 분포

승용차 보유여부	표본		서울시		수도권	
	표본수	구성비	표본수	구성비	표본수	구성비
있음	15,388	82.90%	69,080	70.45%	172,274	75.99%
없음	3,174	17.10%	28,982	29.55%	54,433	24.01%
계	18,562	100%	98,062	100%	226,707	100%

<표 18> 승용차보유여부의 소득 수준 분포

구분		승용차보유여부		
소득수준		보유	미보유	소계
저	표본수(건)	2,324	1,631	3,955
	구성비	58.76%	41.24%	100.00%
중저	표본수(건)	3,735	861	4,596
	구성비	81.27%	18.73%	100.00%
중고	표본수(건)	5,594	536	6,130
	구성비	91.26%	8.74%	100.00%
고	표본수(건)	3,735	146	3,881
	구성비	96.24%	3.76%	100.00%
계	표본수(건)	15,388	3,174	18,562
	구성비	82.90%	17.10%	100.00%

### ③ 연령(<표 19>)

현재 수도권외의 대중교통 요금제는 연령에 따라 요금의 할인 또는 무임승차가 적용되므로, 표본 내 연령의 분포에 따라 결과가 상이하게 도출될 수 있다. 표본추출 과정에서 어린이와 청소년을 제외하였으므로, 요금 부과 측면에서 표본은 지하철 무임승차가 가능한 고령자와 일반으로 구분할 수 있다. 2010년 현재 기준 만 65세 이상의 고령자는 약 7%로 원시자료의 수도권 비율인 8%와 유사한 수준으로 결과에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단할 수 있다.

<표 19> 연구 대상 자료의 고령자 분포

연령	표본		서울시		수도권	
	표본수	구성비	표본수	구성비	표본수	구성비
65세이상	1,329	7.16%	23,313	8.17%	53,165	8.03%
65세미만	17,233	92.84%	262,086	91.83%	609,133	91.98%
계	18,562	100.00%	285,399	100%	662,268	100%

## (2) 통행 특성

### ① 수단분담율(<표 20>)

연구 대상 자료의 수단분담율은 지하철의 수단분담율이 약 49%로 가장 높으며, 승용차와 버스가 각각 약 24%수준, 택시의 분담율은 1%대로 매우 낮다. 이중 지하철 분담율은 약 49%로 원시자료 상 서울시의 지하철 분담율인 21%보다 매우 높다. 이뿐만 아니라 버스의 분담율 역시 수도권의 평균보다 높으며, 대중교통 수단의 분담율이 약 74%이다. 이러한 표본을 추출하기 위하여 도착지를 서울 사대문 안으로 제약하였다. 따라서 적절한 표본이 추출되었다고 볼 수 있다.

<표 20> 연구 대상 자료의 수단분담율

통행수단	표본		서울시		수도권	
	표본수	구성비	표본수	구성비	표본수	구성비
승용차	4,606	24.81%	149,831	36.14%	429,154	31.08%
버스	4,578	24.66%	123,601	29.81%	269,710	19.54%
지하철	9,087	48.95%	134,289	32.39%	171,101	12.39%
택시	291	1.57%	6,839	1.65%	12,231	0.89%
계	18,562	100%	414,560	100%	1,380,634	100%

② 출발시각(<표 21>,<표 22>,<그림 3>)

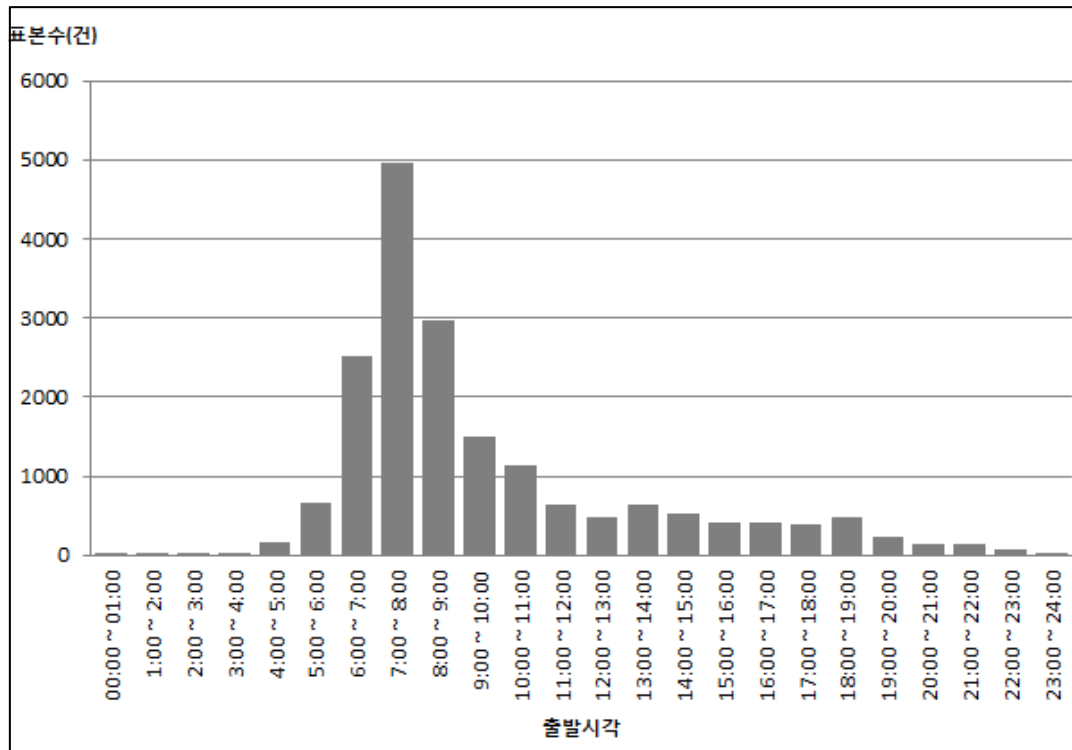
출발시각은 시간대별 통행특성을 나타내는 중요한 지표이며, 시간대별 요금제의 영향을 평가하기 위하여 시간대별 통행행태가 명확히 구분되도록 표본추출 기준을 설정하였다. 2010년 이후 시행된 새벽시간대 대중교통요금할인 제도가 06:30분까지 적용되는 점을 고려하여, 약 43%의 통행이 집중되는 07:00~09:00를 첨두 시간대로 설정하였다.

<표 21> 연구 대상 자료의 첨두시와 비첨두시의 출발시각의 분포

출발시간대 <sup>13)</sup>	표본		서울시		수도권	
	표본수 (건)	구성비	표본수 (천건)	구성비	표본수 (천건)	구성비
첨두 (07:00~09:00)	7,936	42.75%	5,365	21.24%	11,098	22.59%
비첨두	10,626	57.25%	19,895	78.76%	38,023	77.41%
계	18,562	100%	25,260	100%	49,121	100%

13) 원시자료의 출발시간대별 분포자료는 제시되어있지 않아 전수화한 기종점 통행량을 기준으로 출발시간대별 통행량제시

<그림 3> 출발시각별 표본의 분포



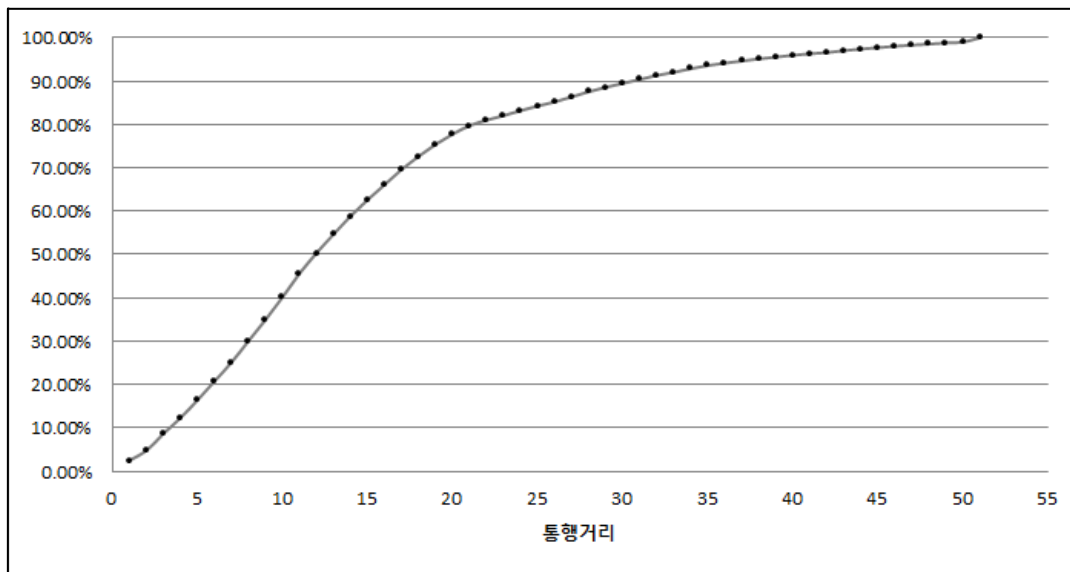
<표 22> 연구 대상 자료의 첨두시와 비첨두시의 출발시각의 분포

출발시각	표본 수(건)	구성비
00:00 ~ 01:00	12	0.06%
1:00 ~ 2:00	6	0.03%
2:00 ~ 3:00	3	0.02%
3:00 ~ 4:00	34	0.18%
4:00 ~ 5:00	163	0.88%
5:00 ~ 6:00	672	3.62%
6:00 ~ 7:00	2,521	13.58%
7:00 ~ 8:00	4,964	26.74%
8:00 ~ 9:00	2,972	16.01%
9:00 ~ 10:00	1,495	8.05%
10:00 ~ 11:00	1,135	6.11%
11:00 ~ 12:00	634	3.42%
12:00 ~ 13:00	488	2.63%
13:00 ~ 14:00	629	3.39%
14:00 ~ 15:00	524	2.82%
15:00 ~ 16:00	421	2.27%
16:00 ~ 17:00	404	2.18%
17:00 ~ 18:00	393	2.12%
18:00 ~ 19:00	474	2.55%
19:00 ~ 20:00	240	1.29%
20:00 ~ 21:00	146	0.79%
21:00 ~ 22:00	133	0.72%
22:00 ~ 23:00	77	0.41%
23:00 ~ 24:00	22	0.12%
계	18,562	100.00%

③ 통행거리(<표 23>,<그림 4>,<그림 5>)

수도권에서는 거리비례요금제를 시행하고 있어 요금부과의 기준이 되는 통행거리는 통행특성 중 매우 중요한 지표이다. 통행거리는 대중교통요금이 차내거리를 기준으로 산정되므로, 차내거리를 추정하였다. 18,562개의 표본의 평균 통행거리는 14.7km, 중간값은 11.9km이며 10km 초과 11km이하인 표본의 수가 가장 많았다. 약 90%의 통행이 30km 이내에 분포하였다. <그림 4>는 통행거리의 누적분포도이다.

<그림 4> 통행거리의 누적분포도

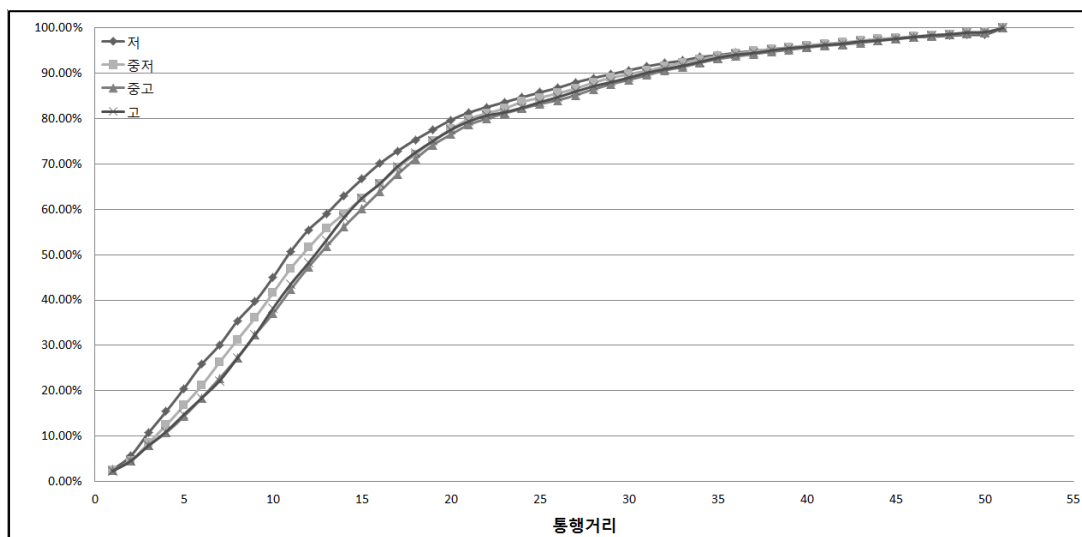


소득수준별 통행거리의 기초통계량[<표 23>]을 산출하고, 누적분포도[<그림 5>]를 이용하여 분석하였다. 소득수준이 증가함에 따라 통행거리가 약간 증가하는 경향을 보인다. 그러나 소득수준별 통행거리의 누적분포도에서는 뚜렷한 차이가 나타나지 않는다.

<표 23> 소득수준별 통행거리의 기초통계량

구분	소득수준				계
	저	중저	중고	고	
평균통행거리	13.8km	14.5km	15.2km	15.0km	14.7km
통행거리 중간값	10.9km	11.6km	12.6km	12.4km	11.9km
총 표본수(건)	3,955	4,596	6,130	3,881	18,562

<그림 5> 소득수준별 통행거리의 누적분포도



## 2. 수단선택 로짓모형의 수정

요금제 변화에 따른 통행행태의 변화를 예측하는 모형에서는 식(2)에서 제시한 로짓모형으로 추정한 수단별 효용함수를 사용한다.

$$U_{ijk} = \alpha_k + \beta_1 Time_{ijk} + \beta_2 Cost_{ijk}$$

모형에서 사용한 효용함수는 통행시간과 통행비용을 독립변수로 추정되며, 승용차의 효용을 기준으로 타 수단의 수단특정상수로 효용이 조정되는 형태이다. 한국개발연구원(2008)에서 수단별 효용함수의 계수와 수단특정상수를 제시하고 있다. 통행시간의 단위는 10분이며, 통행비용의 단위는 100원이다.

<표 24> 한국개발연구원(2008)에서 제시한 효용함수의 파라미터

수단	$\beta_1$	t-ratio	$\beta_2$	t-ratio	$\alpha$	t-ratio
승용차	-0.39896	-234.029	-0.01704	-37.078	-	
버스					-2.55838	-201.265
지하철					0.0776925	14.827
택시					-0.0579425	-10.264

추정된 독립변수의 계수는 시간가치와 탄력성을 결정하므로 중요한 의미를 지닌다.  $\beta_1$ 과  $\beta_2$ 의 비는 한계대체율을 의미하며, 이를 이용하여 통행자의 시간가치를 추정할 수 있다. 또한 두 계수를 이용하여 시간과 비용에 대한 탄력성을 추정할 수 있다. 이러한 이유에서 모형에 사용하는 효용함수의 계수와 상수를 적절히 추정하여야 한다. 그러나 본 연구에서는 앞서 제시한 몇 가지 한계점으로 인하여 원시자료를 이용하여 추정한 효용함수를 사용하지 못하므로, 표본의 수단분담율을 잘 설명할 수 있도록 효용함수의 조정이 필요하다.



<표 25> 수도권교통본부(2012) 모형의 시간가치

구분 (단위 : 원/시)		가정기반 통근통행	가정기반 통학통행	가정기반 기타통행	비가정기반 통행
승용차		16,250	2,850	10,280	9,760
버스		11,660	-	8,320	8,790
대중교통	버스	7,550	550	5,640	4,880
	지하철	8,130	580	7,940	6,760
	버스+지하철	9,090	940	6,990	5,490

한국개발연구원(2008)에서 제시하는 모형의 시간가치는 14,0479 원/시로, <표 32>에 제시한 수도권교통본부(2012)의 가정기반 통근통행 승용차 이용자를 제외한 나머지보다 높게 산정되었다. 수단분담율이 가장 높은 수단인 지하철에 대한 두 모형의 탄력성을 비교하였다[<표 33>]. 두 모형의 탄력성의 크기를 비교한 결과 한국개발연구원(2008) 모형의 통행시간에 대한 탄력성의 크기가 더 크며, 수도권교통본부(2012) 모형의 통행비용의 탄력성의 크기가 더 크다. 본 연구에서는 한국개발연구원(2008)의 모형을 준용하였으며, 통행비용에 대한 탄력성이 낮게 추정되어 요금제 변화로 인한 요금변화의 효과가 작게 나타나게 되는 원인으로 판단된다.

<표 26> 지하철의 자기탄력성 비교

구분		가정기반 통근통행	가정기반 기타통행	비가정기반 통행
한국개발연구원 (2008)	통행시간	-1.0074		
	통행비용	-0.0759		
수도권교통본부 (2012)	통행시간	-0.7701	-0.5959	-0.6136
	통행비용	-0.1386	-0.1104	-0.2459

한국개발연구원(2004)<sup>14)</sup>에서는 각 수단별 효용함수에 보정더미를 사

14) 한국개발연구원(2004), 『도로·철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완연구(제4판)』

용하여 수단선택모형의 정산방법을 제시하고 있다. 이는 수단별 효용함수에 상수항인 보정더미를 추가하고, 표본의 수단분담율을 기준으로 집계다항로짓모형을 적용하여 더미를 산정하는 형태이다. 즉, 수단별 효용함수의 상수항을 미지수로 하는 방정식을 푸는 방법이다. 모든 기종점에 대하여 보정더미를 이용하여 각 기종점 쌍에 대해 수단특성함수를 조정한 효용함수를 구축하는 방법론이다. 그러나 이 방법론을 적용하기 위해서는 각 기종점 쌍 간 별 충분한 표본이 확보되어야하기 때문에, 이를 그대로 적용할 수 없다. 따라서 표본을 대상으로 한국개발연구원(2008)에서 제시한 효용함수의 수단특성상수에 대한 민감도 분석을 수행하여 표본과 동일한 수단분담율을 나타내도록 상수를 조정하였다. 고정승객의 경우 수단선택을 하지 않는 것으로 가정하였으므로, 이들은 조정과정에서 고려하지 않았다. 또한 존 내부통행자와 카풀통행자<sup>15)</sup>도 제외하였다.

<표 27> 본 연구에서 사용한 효용함수의 파라미터

수단	$\beta_1$	$\beta_2$	$\alpha$	표본의 수단분담율	모형의 수단분담율
승용차	-0.39896	-0.01704	-	28.64%	28.64%
버스			0.287	23.01%	22.92%
지하철			-0.02	46.86%	46.89%
택시			0.484	1.49%	1.56%

---

15) 가구가 승용차를 보유하고 있지 않지만, 승용차를 이용하는 것으로 응답한 통행자

## V. 요금제 대안별 공정성 분석

### 1. 요금제 대안 및 요금수준 설정

#### 1) 요금제 대안

현재 수도권에서 시행중인 요금제는 통합거리비례요금제이다. 수단간의 환승할인이 적용되며, 일정거리까지는 기본요금을 부과하고 이후 일정 거리마다 요금이 가산되는 형태로 운영되고 있다. 요금조정은 기본요금만 조정되었다. 이러한 형태의 요금체계는 이용자 입장에서는 환승할인을 통하여 운임을 절약할 수 있지만, 공급자 입장에서는 기본요금수익의 감소와 이에 따른 수익성 악화 등의 문제가 발생하고 있다. 본 연구에서는 2010년 현재의 거리비례요금제를 현재요금제로 설정하고 기본요금이 인상된 거리비례요금제, 거리비례요금이 인상된 거리비례 요금제, 균일요금제, 시간대별 차등요금제를 대안요금제로 설정하였다.

#### 대안(1) - 거리비례요금제의 기본요금 인상

2010년 현재 수도권에 적용되는 통합거리비례요금제의 기본요금을 인상하는 요금제이다. 수도권 대중교통 요금 인상 시 계속적으로 사용된 방식으로, 기본요금만을 인상하고 거리비례요금은 동일하게 유지한다. 이 요금제 대안은 다른 요금제 대안의 요금수준 결정의 기준점이 된다.

#### 대안(2) - 거리비례요금제의 거리비례요금 인상

거리비례요금의 인상은 2010년 현재 수도권의 거리비례요금제의 기본요금은 인상하지 않고, 거리비례요금을 인상하는 대안이다. 거리비례요금이 인상 되는 구간의 길이(100원이 추가적으로 부과되는 거리)를 줄이는 형태로 요금을 인상하였다.

### 대안(3) - 균일요금제

균일요금제는 대중교통 수단과 환승횟수, 탑승거리에 관계없이 일정한 금액을 부과하는 요금제이다. 이는 장거리 이용자와 단거리이용자에 대하여 동일한 요금을 징수하므로 공평성의 문제가 발생할 수 있을 것이다. 그러나 도심지역을 기준으로 이격거리와 소득수준이 반비례관계에 있다면 공공성 측면에서 공평한 요금제가 될 수도 있을 것이다.

### 대안(4) - 시간대별 차등요금제

시간대별 차등요금제는 동일한 수단, 동일한 거리를 이용함에도 불구하고 대중교통을 이용하는 시각에 따라 서로 다른 요금을 부과하는 요금체계이다. 첨두시간대의 대중교통의 배차간격은 비첨두시보다 단축된다. 이에 따른 인-km당 운행비용도 상승하게 된다. 이러한 차이에 기인하여 첨두시간과 비첨두시간의 이용요금을 차등적으로 부과하는 요금제이다.

## 2) 요금제 대안별 요금수준 설정

대안요금제가 적용되는 경우 2010년 현재의 요금보다 높은 요금을 부과한다. 2010년의 요금은 통행비용 산정에서 제시한 요금제를 적용하였으며, 요금수준의 기준은 2010년의 요금제의 틀을 유지하면서 2016년의 기본요금으로 기본요금만 인상되는 대안(1)의 총 수입으로 설정하였다. 이 대안이 적용되었을 때 표본의 전체 대중교통 통행자가 지불한 총액인 총 수입과 타 대안의 총 수입이 동일한 수준이 되도록 요금수준을 설정하였다. 대안(1)은 2016년 대중교통요금의 교통카드 기준 기본요금을 적용하였으며, 대안(2)는 기본요금은 2010년과 동일하지만 지하철의 거리비례요금이 부과되는 거리의 단위를 조정하였다. 버스의 경우 단독통행으로 가정하였으므로 2010년과 동일한 요금이 적용된다.

한편, 대안(3)과 대안(4)의 경우 대안(1)의 총 수입과 동일한 기준을

설정할 수 없었다. 대안(3)의 경우 총 수입을 동일하게 설정하는 경우 너무 높은 수준의 요금이 부과되어 현실적인 적용 가능성이 현저히 낮을 것으로 판단되어, 대안(1)의 원가회수율과 유사한 수준이 되도록 요금을 하향조정하였다. 또한 대안(4)의 경우 첨두시의 기본요금을 2016년의 기본요금으로 인상하는 대안으로 이 또한 대안(1)의 총수입과 동일하게 설정하지 못하였다.

<표 28> 요금제대안별 대중교통요금체계

구분		버스	지하철		
		기본요금	기본요금 (10km까지)	거리비례요금	추가요금 부과거리
현재요금제		900원	900원	100원	5km
대안(1)		1,200원	1,250원	100원	5km
대안(2)		900원	900원	100원	2.2km
대안(3)		1,600원	1,600원	-	-
대안(4)	비첨두	900원	900원	100원	5km
	첨두	1,200원	1,250원	100원	5km

## 2. 요금제 대안별 공정성 분석

### 1) 분석의 개요 및 방법

Cervero(1981)는 공정한 요금제는 공평하고 효율적인 요금제로 정의하였다. Cervero(1981, 1982)가 제시한 분석의 기본체계를 바탕으로 하고 있는 본 연구에서도 대중교통 요금제의 공정성을 원가회수율을 효과지표로 하여 공평성과 효율성의 측면에서 분석하였다.

가장먼저 표본을 대상으로 요금제 변화에 따른 통행자의 통행행태 변화를 예측한다. 이때 원시자료에서 추출한 표본을 2010년을 기준으로 한 통행행태 예측모형을 이용하여 새로이 예측한 자료를 기준으로 하였다. 각 요금제 대안별로 예측된 통행행태를 바탕으로 사회경제적 특성과 통행특성에 따라 이용자 집단을 구분하고, 각 집단별 원가회수율을 비교하여 요금제의 공평성과 효율성을 측정한다.

### 2) 요금제 대안별 수단분담율 추정 결과

각 요금제 대안에 대하여 통행행태 예측모형을 적용한 결과는 아래와 같다. 통행행태 예측모형 적용 시 존 내부통행자와 카풀통행자는 제외하였다. 일부 표본의 경우 통행거리 추정에 사용한 네트워크 자료의 한계로 인하여 버스를 선택하는 경우 통행거리가 0으로 산정되는 문제가 발생하였다. 대안(3)을 제외한 모든 대안에서 이러한 문제가 발생하는 14개의 통행자료를 제외하였다.

현재요금제의 선택통행자의 수단분담율은 추출한 표본의 수단분담율과 거의 일치하지만, 수단선택모형을 적용한 결과에서 수단별 거리에 따른 비교우위가 나타났다. 승용차와 지하철의 경우 비교적 다양한 통행거리가 나타났지만 버스와 택시의 경우 짧은 거리만을 이용하는 것으로 나

타났다. 이는 차외통행시간의 적용과 동일한 시간가치를 사용함에서 기인하는 것으로 판단된다. 비록 원시자료로부터 추출한 표본과의 수단별 통행거리의 분포를 정확히 모형화하지 못하지만, 연구의 가정 하에서 예측할 수 있는 보편적인 통행행태를 합리적으로 나타낸다.

<표 29> 요금제 대안별 선택승객의 수단분담율

통행수단	현재요금제		대안(1)		대안(2)	
	표본수	분담율	표본수	분담율	표본수	분담율
승용차	4,315	28.64%	5,834	38.72%	4,645	30.83%
버스	3,453	22.92%	2,661	17.66%	3,453	22.92%
지하철	7,065	46.89%	6,180	41.01%	6,735	44.70%
택시	235	1.56%	393	2.61%	235	1.56%
계	15,068	100%	15,068	100%	15,068	100%
통행수단	대안(3)		대안(4)			
	표본수	분담율	표본수	분담율		
승용차	7,504	49.75%	5,006	33.22%		
버스	1,108	7.35%	3,174	21.06%		
지하철	5,897	39.10%	6,615	43.90%		
택시	573	3.80%	273	1.81%		
계	15,082	100%	15,068	100%		

모든 요금제 대안에 대해서 승용차와 택시의 수단분담율이 증가하였다. 이는 대중교통 요금 인상에 따른 합리적인 결과이다. 택시의 경우 평균통행거리가 매우 짧으므로 대중교통의 기본요금이 인상되지 않는 대안(2)에서는 택시의 분담율이 증가하지 않았다. 균일요금제를 적용하는 대안(3)의 대중교통의 수단분담율이 가장 낮았으며, 거리비례요금을 인상하는 대안(2)가 현재요금제 대비 대중교통수요 감소가 가장 적었다. 특히 대안(3)에서 현재요금제 대비 버스의 통행수가 현저히 감소하였는데, 버스의 단독통행을 가정하였으므로 기본요금이 큰 폭으로 인상됨에 따른 결과이다.

<표 30> 요금제 대안별 전체승객의 수단분담율

통행수단	현재요금제		대안(1)		대안(2)	
	표본수	분담율	표본수	분담율	표본수	분담율
승용차	4,315	23.92%	5,834	32.34%	4,645	25.75%
버스	4,483	24.85%	3,691	20.46%	4,483	24.85%
지하철	8,957	49.65%	8,072	44.75%	8,627	47.82%
택시	285	1.58%	443	2.46%	285	1.58%
계	18,040	100%	18,040	100%	18,040	100%
통행수단	대안(3)		대안(4)		고정승객	
	표본수	분담율	표본수	분담율	표본수	분담율
승용차	7,504	41.56%	5,006	27.75%		
버스	2,138	11.84%	4,204	23.30%	1,030	34.66%
지하철	7,789	43.14%	8,507	47.16%	1,892	63.66%
택시	623	3.45%	323	1.79%	50	1.68%
계	18,054	100%	18,040	100%	2,972	100%

<표 31> 요금제 대안별 선택승객의 평균통행거리 및 평균통행시간  
(단위 : km,분)

통행수단	현재요금제		대안(1)		대안(2)	
	통행거리	통행시간	통행거리	통행시간	통행거리	통행시간
승용차	9.61	26.81	9.76	27.23	10.11	28.22
버스	5.72	24.32	5.84	24.69	5.72	24.32
지하철	23.42	58.51	24.61	60.72	23.53	58.70
택시	1.87	10.21	1.84	10.14	1.87	10.21
전체	15.07	40.84	14.95	40.07	14.97	40.67
통행수단	대안(3)		대안(4)		고정승객	
	통행거리	통행시간	통행거리	통행시간	통행거리	통행시간
승용차	9.10	25.40	9.76	27.23		
버스	6.69	27.27	5.70	24.27	11.63	45.42
지하철	25.23	61.86	24.00	59.59	13.63	40.31
택시	1.91	10.33	1.87	10.22	6.89	24.21
전체	14.96	39.22	15.01	40.50	12.82	41.81



한편, 대안(3)을 제외한 모든 대안에서 대중교통요금이 인상됨에 따라 승용차와 지하철의 통행거리가 증가한다. 이는 비록 통행시간의 증가가 있더라도 기본요금 부근의 요금을 지불하던 단거리 대중교통 통행자가 승용차로 전이되었기 때문이다. 하지만 승용차를 이용하게 되면 주차요금을 지불해야하므로 아주 짧은 거리를 통행하는 대중교통이용자는 전이되지 않았다. 반면에 대안(3)은 승용차의 통행거리가 오히려 감소하였는데, 이는 대중교통요금의 증가폭이 크므로 아주 짧은 거리의 대중교통의 통행자마저 승용차로 전이된 결과이다.

### 3) 요금제 대안별 효율성 분석 결과

요금제대안의 효율성을 나타내는 효과지표는 전체 대중교통 통행자의 원가회수율이다. 이는 대중교통 통행자가 지불한 요금의 합과 운행비용의 비율로 산정한다. 요금제 대안별 효율성을 나타내는 지표인 전체통행자의 원가회수율은 <표 32>와 같다.

현재요금제 하에서 버스의 원가회수율은 0.716, 지하철의 원가회수율은 0.560으로 나타났으며, 대중교통 전체의 원가회수율은 0.599이다. 이는 2010년 현재의 요금수준이 운행비용에 비하여 낮음을 의미한다. 본 연구에서 분석한 4개의 요금제대안 모두 현재요금제에 비하여 원가회수율이 높게 나타났다. 모든 대안에서 버스에 비하여 지하철의 원가회수율이 낮게 나타났는데, 이는 지하철의 고령자의 무임승차제도에서 기인한 결과다.

대중교통 전체 원가회수율이 가장 높은 대안은 거리에 관계없이 1,600원을 부과하는 대안(3)이다. 특히 버스의 원가회수율이 0.992로 1에 가까운 반면 지하철의 원가회수율은 다른 대안과 큰 차이가 나타나지 않았다. 이는 지하철의 1인당 평균운행비용이 높을 뿐만 아니라 무임승차로 인하여 1인당 평균요금역시 1,469원으로 낮기 때문이다.

요금제대안 중 대안(4)의 대중교통 전체 원가회수율은 0.666으로 네 대안 중 가장 낮게 나타났다. 대안(4)의 경우 버스의 경우 원가회수율이 0.790으로 현재요금제에 비하여 크게 증가하지 않았지만 지하철의 원가회수율이 0.627로 증가하였다. 지하철의 승객감소로 총 운행비용이 약간 감소하였지만 요금이 증가하였다. 이는 지하철의 경우 첨두시의 운행비용을 높게 산정하는데, 대안(4)는 첨두시 요금을 높게 부과하므로 높은 운행비용을 보상하는 승객의 수가 증가함에 따른 결과다.

<표 32> 요금제 대안별 전체통행자의 원가회수율 분석결과

수단	대안	표본수 (명)	요금		운행비용		$R_{all}$
			평균(원)	계(천원)	평균(원)	계(천원)	
버스	현재요금제	4,483	900	4,034.7	1,258	5,638.1	<b>0.716</b>
	대안(1)	3,691	1,200	4,429.2	1,325	4,891.5	<b>0.905</b>
	대안(2)	4,483	900	4,034.7	1,258	5,638.1	<b>0.716</b>
	<b>대안(3)</b>	2,138	1,600	3,420.8	1,612	3,447.1	<b>0.992</b>
	대안(4)	4,204	1,005	4,224.0	1,271	5,344.9	<b>0.790</b>
지하철	현재요금제	8,957	1,084	9,706.5	1,933	17,318.2	<b>0.560</b>
	대안(1)	8,072	1,400	11,301.6	1,993	16,085.9	<b>0.703</b>
	대안(2)	8,627	1,358	11,712.0	1,933	16,673.7	<b>0.702</b>
	<b>대안(3)</b>	7,789	1,434	11,166.4	2,025	15,776.6	<b>0.708</b>
	대안(4)	8,507	1,225	10,421.3	1,955	16,633.5	<b>0.627</b>
대중 교통	현재요금제	13,440	1,022	13,741.2	1,708	22,956.3	<b>0.599</b>
	대안(1)	11,763	1,337	15,730.8	1,783	20,977.4	<b>0.750</b>
	대안(2)	13,110	1,201	15,746.7	1,702	22,311.8	<b>0.706</b>
	<b>대안(3)</b>	9,927	1,469	14,587.2	1,937	19,223.7	<b>0.759</b>
	대안(4)	12,711	1,152	14,645.3	1,729	21,978.4	<b>0.666</b>

#### 4) 요금제 대안별 공평성 분석 결과

공평한 요금제는 통행자 간의 교차보조 관계가 없는 요금제이다. 공평성의 측면에서 본다면 원가회수율의 크기와 무관하게 통행자간의 원가회수율의 차이가 적을수록 공평한 요금제라고 할 수 있다. 만약 모든 통

행자가 무료로 대중교통을 이용한다면 공평성의 측면에서는 완전히 공평한 요금제이다.

요금제 대안의 공평성은 사회경제지표 또는 통행특성에 따라 통행자 집단을 분류하고, 평균원가회수율을 기준으로 각 집단의 원가회수율의 차이를 분석한다. 평균값을 기준으로 각 집단의 원가회수율의 크기를 비교하여 교차보조 관계를 분석할 수 있고, 이 정도가 작을수록 공평한 요금제이다. 요금제 대안의 공평성을 나타내는 지표는 식(4)를 이용하여 산정한다. 현재요금제와 요금제 대안 중 공평성이 가장 높은 대안의 통행자 집단 간 교차보조 관계를 비교 분석하였다.<sup>16)</sup>

#### (1) 요금제 대안간 공평성 비교

요금제 대안의 공평성을 산정하는 지표는 평균과의 편차를 바탕으로 산정되므로 이 값이 0에 가까울수록 공평한 요금제이다. 현재요금제의 공평성지표는 0.3944로, 통행거리에 따른 편차가 가장 크게 나타났으며, 승용차보유여부에 따른 편차가 가장 작게 나타났다. 요금제 대안 중에는 대안(2)의 공평성 지표가 0.4012로 가장 작다. 대안(2)에서는 현재요금제와 마찬가지로 통행거리에 따른 편차가 가장 크고, 가구소득에 따른 편차가 가장 작게 나타났다.

<표 33> 요금제 대안의 공평성지표

요금제대안	통행거리	가구소득	승용차 보유여부	연령대	통행 시간대	공평성 지표
현재요금제	0.2636	0.0153	0.0119	0.0681	0.0356	<b>0.3944</b>
대안(1)	0.3529	0.0153	0.0048	0.0955	0.0385	<b>0.5071</b>
<b>대안(2)</b>	0.2011	0.0287	0.0377	0.0880	0.0458	<b>0.4012</b>
대안(3)	0.4490	0.0129	0.0852	0.1067	0.0239	<b>0.6777</b>
대안(4)	0.3027	0.0188	0.0050	0.0813	0.0373	<b>0.4452</b>

현재요금제의 공평성지표가 네 개의 대안보다 낮게 산정되었는데,

16) 모든 대안의 통행자집단별 원가회수율 산정결과는 부록에서 제시

이는 기본요금 인상에 따른 통행거리의 편차의 증가에서 기인한다. 기본요금이 인상되는 대안인 대안(1), 대안(3), 대안(4)에서는 통행거리에 따른 편차가 현재요금제에 비하여 증가하였다. 반면, 기본요금을 현재와 동일하게 유지하고 거리비례 요금을 인상하는 경우 통행거리에 따른 편차가 감소하였다. 또한 균일요금제인 대안(3)의 공평성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 대안(4)는 현재요금제의 첨두시와 비첨두시의 운행비용 차이에서 기인하는 원가회수율의 차이를 줄이기 위한 대안임에도 불구하고 오히려 편차가 약간 증가하였다. 또한 대안(3)보다 높게 나타났다. 이는 교차보조관계가 역전될 정도로 첨두시요금이 다소 높게 설정되었기 때문이다.

## (2) 현재요금제

통행거리별로 분류하면, 버스의 경우 통행거리 5km이하 통행자 집단의 원가회수율이 평균보다 높다. 반면에 그 이상의 거리를 통행하는 통행자들의 원가회수율은 평균보다 낮으며, 통행거리가 증가함에 따라 감소한다. 이는 통행거리 5km이하의 버스 통행자가 그 이상의 거리를 통행하는 통행자의 요금을 보조하고 있다고 할 수 있다. 지하철의 경우 통행거리가 20km이하인 통행자집단이 20km를 통행하는 통행자집단을 보조하고 있다. 대중교통수단 전체도 지하철과 마찬가지로 20km를 기준으로 통행자 집단 간의 교차보조관계가 나타난다.

소득계층별 원가회수율은 지하철과 버스 모두 저소득계층의 통행자가 평균보다 낮았다. 버스의 경우 소득이 증가함에 따라 원가회수율이 높아지고, 지하철의 경우도 대체로 소득과 원가회수율이 정비례관계이다. 따라서 2010년의 대중교통 요금체계 하에서는 상대적으로 소득이 높은 계층이 저소득 계층의 요금을 보조하고 있다.

<표 34> 현재요금제의 통행거리별 원가회수율

통행거리 (km)	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
≤5	1,718	1.675	295	2.456	2,013	1.740
≤10	2,356	0.673	554	1.026	2,910	0.712
≤15	169	0.416	2,075	0.767	2,244	0.721
≤20	89	0.292	2,254	0.643	2,343	0.618
≤25	45	0.225	1,074	0.559	1,119	0.534
≤30	21	0.184	927	0.490	948	0.477
>30	85	0.119	1,778	0.407	1,863	0.380
<b>평균</b>	<b>4,483</b>	<b>0.716</b>	<b>8,957</b>	<b>0.560</b>	<b>13,440</b>	<b>0.599</b>

<표 35> 현재요금제의 소득수준별 원가회수율

소득수준	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
저	1,128	0.605	1,994	0.544	3,122	0.564
중저	1,138	0.726	2,211	0.561	3,349	0.602
중고	1,355	0.747	2,924	0.567	4,279	0.606
고	862	0.847	1,828	0.563	2,690	0.619
<b>평균</b>	<b>4,483</b>	<b>0.716</b>	<b>8,957</b>	<b>0.560</b>	<b>13,440</b>	<b>0.599</b>

승용차 보유여부에 따라 통행자를 분류한 결과 승용차를 보유한 버스 통행자의 원가회수율이 승용차를 보유하지 않은 통행자보다 약 2배 높다. 반면에 지하철의 원가회수율은 승용차를 보유한 통행자의 원가회수율이 낮다. 대중교통 전체의 원가회수율은 승용차를 보유하지 않는 통행자집단이 더 낮다. 승용차를 보유한 통행자가 승용차를 보유하지 않는 통행자를 보조하고 있다. 소득수준이 높아질수록 승용차보유율이 증가하므로 이 결과는 소득수준을 기준으로 분류한 결과와 합치한다.

<표 36> 현재요금제의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율

구분		버스		지하철		대중교통	
		표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
승용차	미보유	1,030	0.435	1,892	0.692	2,922	0.569
	보유	3,453	0.886	7,065	0.540	10,518	0.606
연령대	일반	4,112	0.735	8,188	0.603	12,300	0.634
	고령자	371	0.556	769	0.000	1,140	0.183
통행시각	첨두	1,747	0.659	4,060	0.533	5,807	0.561
	비첨두	2,736	0.757	4,897	0.587	7,633	0.632
평균		4,483	0.716	8,957	0.560	13,440	0.599

통행자를 고령자와 일반으로 구분하여 원가회수율을 분석한 결과 버스와 지하철 모두 일반승객이 고령자의 요금을 보조하고 있는 것으로 나타났다. 특히 지하철의 경우 고령자의 운임이 무료이므로 일반승객이 고령자의 요금을 전액 보조한다. 통행자의 출발시각을 기준으로 원가회수율을 분석한 결과 버스와 지하철 모두 비첨두시간대의 통행자가 첨두시간대 통행자의 요금을 보조하는 것으로 나타났다. 첨두시간대의 운행비용이 비첨두시간대 보다 높지만 요금이 동일한 점에서 기인한 결과이다.

### (3) 요금제 대안(2)

대안(2)의 요금제 하에서 통행자를 통행거리로 분류하여 집단 간 원가회수율을 비교한 결과 모든 대중교통수단에 대하여 통행거리가 증가함에 따라 원가회수율이 감소한다. 버스의 경우 5km이하의 통행자집단의 원가회수율이 평균보다 높게 나타나, 5km이하의 통행자가 나머지 버스 통행자의 요금을 보조하고 있다. 지하철 통행자의 경우 통행거리 20km 이하 거리의 통행자집단의 원가회수율이 평균원가회수율보다 높다. 대중교통 전체에 대해서는 통행거리가 20km이하인 통행자집단의 원가회수율이 평균인 0.706보다 높다. 따라서 대중교통 전체에서 통행거리 20km를 기준으로 집단 간의 교차보조 관계가 나타난다.

<표 37> 대안(2)의 통행거리별 원가회수율

통행거리 (km)	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
≤5	1,718	1.675	295	2.456	2,013	1.740
≤10	2,356	0.673	554	1.026	2,910	0.712
≤15	169	0.416	1,986	0.822	2,155	0.767
≤20	89	0.292	2,128	0.750	2,217	0.716
≤25	45	0.225	1,027	0.698	1,072	0.660
≤30	21	0.184	902	0.658	923	0.637
>30	85	0.119	1,735	0.604	1,820	0.559
<b>평균</b>	<b>4,483</b>	<b>0.716</b>	<b>8,627</b>	<b>0.702</b>	<b>13,110</b>	<b>0.706</b>

<표 38> 대안(2)의 소득수준별 원가회수율

소득수준	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
저	1,128	0.605	1,956	0.662	3,084	0.642
중저	1,138	0.726	2,132	0.704	3,270	0.709
중고	1,355	0.747	2,811	0.716	4,166	0.723
고	862	0.847	1,728	0.717	2,590	0.743
<b>평균</b>	<b>4,483</b>	<b>0.716</b>	<b>8,627</b>	<b>0.702</b>	<b>13,110</b>	<b>0.706</b>

소득수준 별 통행자집단의 원가회수율을 비교한 결과 버스와 지하철 모두 저소득인 통행자 집단이 평균 원가회수율보다 낮게 나타났다. 소득이 높아짐에 따라 원가회수율이 증가하였다. 버스와 지하철 모두에서 상대적으로 소득이 높은 통행자가 소득이 낮은 통행자의 요금을 보조하고 있다.

승용차보유여부에 따라 통행자집단을 분류한 결과 버스와 지하철에서 상반되는 교차보조관계가 나타났다. 버스에서는 승용차를 보유한 통행자가 승용차를 보유하지 않는 통행자의 요금을 보조하지만, 지하철의 경우 그 반대로 집단 간의 교차보조 관계가 나타났으며 두 집단의 차이가 감소하였다. 대중교통 전체에 대해서는 승용차를 보유한 통행자가 승용차를 보유하지 않는 통행자의 요금을 보조하는 것으로 나타났다.

<표 39> 대안(2)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율

구분		버스		지하철		대중교통	
		표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
승용차	미보유	1,030	0.435	1,892	0.779	2,922	0.615
	보유	3,453	0.886	6,735	0.690	10,188	0.728
연령대	일반	4,112	0.735	7,858	0.758	11,970	0.752
	고령자	371	0.556	769	0.000	1,140	0.183
통행시각	첨두	1,747	0.659	3,897	0.656	5,644	0.657
	비첨두	2,736	0.757	4,730	0.746	7,466	0.749
평균		4,483	0.716	8,627	0.702	13,110	0.706

연령대에 따라 통행자를 분류하여 원가회수율을 비교하면, 버스와 지하철 모두 일반 통행자가 고령자의 요금을 보조하는 것으로 나타났다. 통행시각에 따라 첨두시간대와 비첨두시간대 통행자의 교차보조 관계를 살펴보면, 버스와 지하철 모두 비첨두시간대의 통행자가 첨두시간대 통행자의 요금을 보조하고 있다. 이는 동일한 요금을 지불하지만 첨두시의 대중교통 운행비용이 높기 때문이다.

#### (4) 현재요금제와 요금제 대안(2)의 공평성 비교

현재요금제와 대안(2)의 가장 큰 차이점은 거리비례요금 수준이다. 대안(2)는 현재요금제의 기본요금을 유지하면서 추가요금이 부과되는 100원당 통행거리를 줄여서 거리비례요금을 인상한 대안이다. 대안(2)의 버스요금은 변동이 없어 현재요금제의 버스통행과 동일한 결과가 나타났다. 이뿐만 아니라 대부분의 교차보조관계가 거의 동일하게 나타났다.



<표 40> 현재요금제와 대안(2)의 통행거리별 원가회수율 비교

통행거리 (km)	버스		지하철		대중교통	
	현재요금제	대안(2)	현재요금제	대안(2)	현재요금제	대안(2)
≤5	1.675	1.675	2.456	2.456	1.740	1.740
≤10	0.673	0.673	1.026	1.026	0.712	0.712
≤15	0.416	0.416	0.767	0.822	0.721	0.767
≤20	0.292	0.292	0.643	0.750	0.618	0.716
≤25	0.225	0.225	0.559	0.698	0.534	0.660
≤30	0.184	0.184	0.490	0.658	0.477	0.637
>30	0.119	0.119	0.407	0.604	0.380	0.559
<b>평균</b>	<b>0.716</b>	<b>0.716</b>	<b>0.560</b>	<b>0.702</b>	<b>0.599</b>	<b>0.706</b>

통행거리를 기준으로 통행자를 분류한 결과 지하철의 통행자 집단 간 교차보조관계는 두 요금제에서 동일하다. 통행거리 20km이하 통행자가 그 이상의 거리 통행자의 요금을 보조한다. 대중교통 전체에서도 지하철과 동일하다. 기본요금이 부과되는 10km까지의 원가회수율은 동일하지만, 거리가 증가함에 따른 평균과의 원가회수율의 차이가 현재요금제보다 대안(2)에서 더 작다. 이는 운행비용은 거리에 비례하므로 추가 요금을 부과하는 거리를 짧게 설정하였기 때문이다. 소득수준에 따른 교차보조관계도 두 요금제에서 동일하게 나타났다. 소득이 증가함에 따라 원가회수율도 증가하였다. 상대적으로 소득이 높은 통행자가 소득이 낮은 통행자의 요금을 보조하는 구조이다.

<표 41> 현재요금제와 대안(2)의 소득수준별 원가회수율 비교

소득수준	버스		지하철		대중교통	
	현재요금제	대안(2)	현재요금제	대안(2)	현재요금제	대안(2)
저	0.605	0.605	0.544	0.662	0.564	0.642
중저	0.726	0.726	0.561	0.704	0.602	0.709
중고	0.747	0.747	0.567	0.716	0.606	0.723
고	0.847	0.847	0.563	0.717	0.619	0.743
<b>평균</b>	<b>0.716</b>	<b>0.716</b>	<b>0.560</b>	<b>0.702</b>	<b>0.599</b>	<b>0.706</b>

<표 42> 현재요금제와 대안(2)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대 별 원가회수율 비교

구분		버스		지하철		대중교통	
		현재요금제	대안(2)	현재요금제	대안(2)	현재요금제	대안(2)
승용차	미보유	0.435	0.435	0.692	0.779	0.569	0.615
	보유	0.886	0.886	0.540	0.690	0.606	0.728
연령대	일반	0.735	0.735	0.603	0.758	0.634	0.752
	고령자	0.556	0.556	0.000	0.000	0.183	0.183
통행 시각	첨두	0.659	0.659	0.533	0.656	0.561	0.657
	비첨두	0.757	0.757	0.587	0.746	0.632	0.749
평균		0.716	0.716	0.560	0.702	0.599	0.706

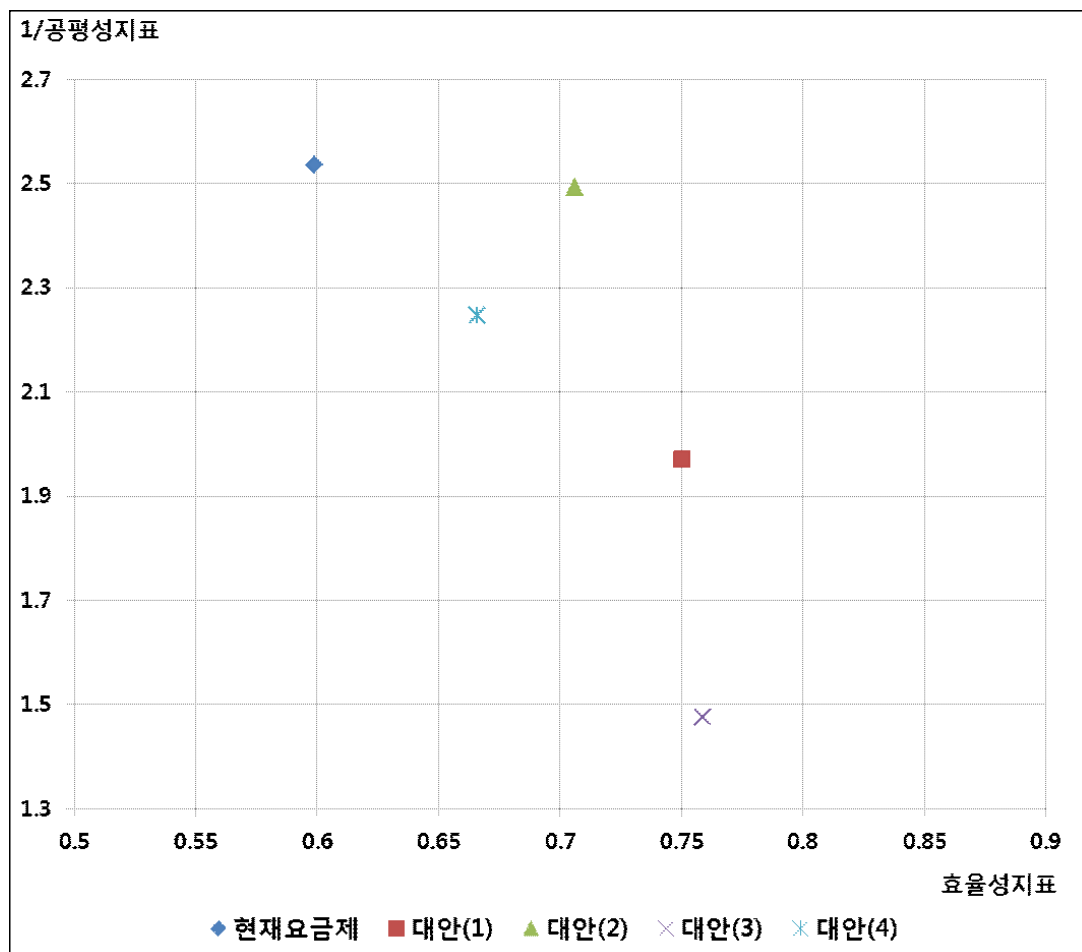
두 요금제 모두 승용차보유여부에 따른 통행자 집단 간 교차보조관계도 유사하다. 버스통행자는 승용차를 보유한 통행자가 승용차를 보유하지 않은 통행자의 요금을 보조하고, 지하철에서는 그 반대이다. 대중교통 전체 통행자에 대해서는 승용차를 보유한 통행자가 승용차를 보유하지 않은 통행자의 요금을 보조한다. 현재요금제에 비하여 대안(2)의 승용차 보유여부에 따른 집단 간 원가회수율의 차이가 증가하였다. 연령대에 따른 교차보조는 일반승객이 고령자를 보조하는 것으로 나타났다. 버스가 두 대안에 대하여 동일하므로 지하철의 고령자 무임승차로 인하여 지하철 요금이 인상되는 대안(2)의 통행자 집단 간 차이가 더 크다. 비첨두시간대의 통행자가 첨두시간대 통행자의 요금을 보조하며, 통행시간대에 따른 통행자 집단 간의 차이는 대안(2)에서 크게 나타났다.

## 5) 소결

현재요금제의 효율성은 모든 대안 요금제보다 낮았다. 따라서 대안 요금제의 도입은 비록 요금이 인상되지만 대중교통 시스템의 효율성을 증가시킬 수 있을 것으로 기대된다. 한편, <그림 6>에서 제시한 바와 같이 공평성은 모든 요금제 대안에 대하여 현재 요금제보다 감소하였다.

특히 균일요금을 부과하는 대안(3)의 경우 효율성은 가장 높지만 공평성이 가장 낮았다. 운행비용은 고정인데 반하여 가장 높은 수준의 요금을 부과하였기 때문에 효율성이 높게 산정되었다. 그러나 대안(3)의 경우 대중교통 수요가 현저히 감소하였다.

<그림 6> 요금제 대안별 효율성지표와 공평성지표



현재요금제를 제외한 요금제 대안 중 현재요금제 하에서 거리비례요금 만 인상하는 대안(2)의 공평성이 가장 높게 나타났다. 모든 요금제 대안에 대하여 통행거리에 대한 이용자 집단 간 원가회수율의 차이가 가장 크게 나타나는데, 대안(2)의 경우 이를 가장 많이 감소시킬 수 있기 때문에 공평성이 가장 높았다.

한편, 현재요금제 하에서 기본요금만 인상하는 대안(1)의 경우 대안(3)과 비슷한 이유로 효율성은 증가하였지만, 단거리승객의 요금인상으로 인하여 공평성이 감소하였다. 시간대별 차등요금제인 대안(4)의 경우 첨두시의 요금할증으로 인하여 효율성은 약간 증가하였고 공평성은 약간 감소하였다. 하지만 통행시간대 불변의 가정에 의하여 통행시간을 변경하지 못하므로 통행시간대 변경을 허용한다면 약간 다른 결과가 도출될 것으로 예상된다.

## VI. 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구에서는 2010년의 수도권 대중교통요금체제와 대안요금제를 공평성과 효율성측면에서 분석하였다. 공평성과 효율성을 평가하는 효과 척도는 대중교통 통행자가 지불한 통행요금과 운행비용의 비인 원가회수율이다. 요금제의 효율성은 통행자 전체의 원가회수율을 이용하여 분석하고, 요금제의 공평성은 대중교통통행자를 사회경제지표 또는 통행특성에 따라 분류하여 각 집단 간의 원가회수율의 차이를 이용하여 분석한다. 대안 요금제 중 공평하면서 효율적인 요금제로 정의되는 공정한 요금제를 선정하였다. 대중교통수단은 버스와 지하철을 모두 고려하였으며, 두 수단은 상호보완적이면서도 경쟁관계에 있다. 이러한 특성을 반영하기 위하여 수단선택을 포함하는 요금의 변화에 따른 개별통행자의 통행행태 변화 예측모형을 구축하였다.

본 연구에서 고려한 네 가지의 요금제 대안 중 2010년 현재의 기본 요금을 유지하면서 추가요금을 인상하는 대안(2)가 현실적으로 가장 공정한 요금제이다. 대안(2)는 공평성측면에서 네 대안 중 공평성이 가장 높았다. 그리고 효율성측면에서 대안(2)의 원가회수율이 네 대안 중 세 번째로 높았지만 다음과 같은 이유에서 대안(2)를 가장 공정한 요금제로 선정하였다.

본 연구에서는 대중교통서비스의 공급을 불변으로 가정하였다. 그러나 대안별 운행비용의 총액이 다르게 산정되었다. 운행비용을 인-km단위로 산정하므로 승객수가 감소하면 운행비용도 함께 감소하여 전체 원가회수율이 높게 산정되는 구조적 문제가 발생한다. 이러한 문제로 인하여 대중교통 승객의 수가 많이 감소하였음에도 불구하고 대안(3)의 원가회수율이 가장 높게 산정이 되었다.

대중교통의 공급이 불변이라면, 고정적으로 발생하는 비용이 존재하며 대중교통 수요의 감소는 대중교통 시스템의 효율성측면에서 부정적인 영향을 미치므로 승객의 현저함 감소가 예상되는 요금제 대안은 결코 “현실적으로 효율적”이라고 할 수 없다. 단순히 원가회수율 측면에서는 대안(3)이 버스와 지하철에서 가장 높았다. 하지만 대안(3)의 경우 승객수가 현재요금제 대비 약 26% 감소하였다. 따라서 이러한 구조적 문제를 감안하였을 때, 대안 중 효율적인 요금제로 현재요금제 대비 승객수의 감소가 적은 대안(2)과 대안(4)를 고려할 수 있다. 이 중 대안(2)의 경우 총 비용이 현재요금제와 거의 같은 수준임에도 불구하고 요금 수입의 총액이 증가하여 전체 원가회수율이 0.706으로 산정되었다. 결론적으로 대안(2)가 대중교통 수요의 감소를 최소화 할 수 있으면서도 원가회수율을 높일 수 있는 “현실적으로 효율적”인 요금제이다.

본 연구에서는 공평성지표 산정 시 다섯 가지 분류기준에 대하여 동등한 가중치를 부여하였다. 만약 요금제대안의 공평성에 대하여 분석하고자하는 특정관점이 있다면, 분류기준에 가중치를 차등적으로 부여하여 지표를 산정할 수 있을 것이다. 또한 분류기준을 조정할 수 있을 것이다.

한편, 2010년 현재의 요금체계 하에서는 소득이 증가함에 따라 원가회수율도 높게 나타났다. 이는 상대적으로 소득이 높은 통행자가 소득이 낮은 통행자의 요금을 보조하는 상태이다. 그리고 본 연구에서 설정한 네 가지 요금제 대안 중 균일요금제를 제외한 모든 대안에서 현재요금제와 동일한 형태의 소득계층별 교차보조관계가 나타났다. 분석대상 표본에 대해서는 소득이 증가함에 따라 통행거리가 증가하는 것으로 나타났기 때문에 대중교통 요금제를 결정함에 있어 상대적으로 짧은 거리를 통행하는 소득이 낮은 계층에 대한 고려가 필요할 것이다.

## 2. 연구의 시사점 및 한계점

기존의 대다수의 연구는 특정 요금제 하에서 최적의 대중교통요금수준을 산정하는 모형구축이 주를 이루었다. 이 연구의 기본 체계를 정립하는데 큰 영감을 준 선행연구들에서는 요금제 변경에 따른 통행행태 변화를 가격탄력성 또는 로짓모형 등을 이용한 집계적 접근방법으로 모형화 하였다. 그러나 본 연구에서는 개인통행설문자료를 바탕으로 통행행태 변화를 비집계적으로 모형화 하였으며, 복수의 수단에 대한 수단선택을 고려하였다. 이러한 접근방법은 이용자 집단을 분류하거나 이용자 집단별 비교의 기준을 더욱 다양하고 유연하게 해주는 분석틀이 될 것이다. 본 연구는 대중교통 요금제의 공평성과 효율성을 분석하는 체계를 제공하여, 대중교통 요금제 결정 시 각각의 요금제가 가진 구조적 취약성을 파악하는데 기여할 수 있을 것이다.

하지만 요금제의 변화에 따른 교통서비스의 공급과 비용구조의 불변, 통행시각의 불변 등의 다소 강한 가정을 수반하는 등의 한계점이 있다. 원가회수율을 효과적으로 사용하기 때문에 운행비용이 결과에 미치는 영향이 클 것이다. 인-km단위의 운행비용을 사용함에 따라 운임과 함께 운행비용이 증가하는 구조적 문제는 본 연구의 분명한 한계점이다. 그러나 운영자 단위로 집계된 비용의 불가분적인 문제 등으로 인하여 정확한 운행비용을 산정하는 것 역시 한계점이 존재했다. 이외에도 통행행태 예측모형에 사용한 수단별 효용함수의 시간가치를 모든 통행자에게 동일하게 적용한 것 역시 한계점이다.

본 연구에서는 도착지가 서울시 사대문안인 통행자만을 대상으로 요금제의 공정성을 분석하였지만, 이를 수도권 전역으로 확대하는 경우 지금과는 다른 결론이 도출될 수도 있을 것이다. 그러나 요금제의 공정성을 분석하는 체계를 정립하였다는 점에서 의의가 있다.

## ■ 참고문헌

- 김성수 · 박진경(2003), “서울 지하철서비스의 공급비용과 적정 요금수준 추정”, 「환경논총」 41: 49-78.
- 한국개발연구원(2004), 「도로 · 철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정 · 보완연구(제4판)」
- 한국개발연구원(2008), 「도로 · 철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정 · 보완연구(제5판)」
- 한국철도시설공단, 한국교통연구원(2010), 「철도투자평가편람 전면개정 연구」
- 서울특별시 도시교통본부(2011), 「2010년도 서울시 차량통행속도」
- 서울특별시 도시철도공사(2011), 「2011년 서울도시철도 수송계획」
- 서울시정개발연구원 · 대주회계법인(2012), 「시내버스 정산시스템 구축 학술용역」
- 수도권교통본부(2012). 「여객 기종점통행량(O/D) 전수화 및 장래수요예측 공동조사」
- 오병록(2014), “가구통행실태조사 자료를 이용한 통행특성 분석과 생활권 기준 설정 연구”, 「서울도시연구」, 15(3): 1-18.
- 전국버스운송사업조합연합회(2012), 「2011버스통계편람」
- Bianchi, R. · Jara-Díaz, S. R. · Ortúzar, J. D. D.(1998) “Modelling new pricing strategies for the Santiago Metro”. *Transport Policy*, 5(4): 223-232.
- Cervero, R. (1981) “Flat versus differentiated transit pricing: What’s a fair fare?”. *Transportation*, 10(3): 211-232.
- \_\_\_\_\_ (1982) “The transit pricing evaluation model: A tool for exploring fare policy options”. *Transportation Research Part A*, 16(4): 313-323.
- \_\_\_\_\_ (1990) “Transit pricing research”. *Transportation*, 17(2): 117-139.
- Farber, S. · Bartholomew, K. · Li, X. · Páez, A. · Habib, K. M. N. (2014) “Assessing social equity in distance based transit fares using a model of



travel behavior”. *Transportation Research Part A Policy and Practice*, 67: 291-303.

Gkritza, K. · Karlaftis, M. G. · Mannering, F. L. (2011) “Estimating multimodal transit ridership with a varying fare structure”. *Transportation Research Part A*, 45(2): 148-160.

Huang, H. J. (2002) “Pricing and logit-based mode choice models of a transit and highway system with elastic demand”. *European Journal of Operational Research*, 140(3): 562-570.

Matas, A. (2004) “Demand and revenue implications of an integrated public transport policy: The case of Madrid”. *Transport Reviews*, 24(2): 195-217.

Sharaby, N., · Shiftan, Y. (2012) “The impact of fare integration on travel behavior and transit ridership”. *Transport Policy*, 21: 63-70.

서울도시철도공사, 2010년도 결산서, <http://www.smrt.co.kr>, 2015.

서울메트로, 2010년도 결산개요, <http://www.seoulmetro.co.kr>, 2015.

## ■ 부록

<부록 표 1> 대안(1)의 통행거리별 원가회수율

통행거리 (km)	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
≤5	1,353	2.159	295	3.411	1,648	2.284
≤10	1,929	0.899	532	1.369	2,461	0.958
≤15	169	0.555	1,552	0.983	1,721	0.911
≤20	89	0.390	2,008	0.837	2,097	0.802
≤25	45	0.299	1,025	0.720	1,070	0.687
≤30	21	0.246	907	0.621	928	0.605
>30	85	0.159	1,753	0.498	1,838	0.467
<b>평균</b>	<b>3,691</b>	<b>0.905</b>	<b>8,072</b>	<b>0.703</b>	<b>11,763</b>	<b>0.750</b>

<부록 표 2> 대안(1)의 소득수준별 원가회수율

소득수준	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
저	975	0.763	1,888	0.694	2,863	0.717
중저	933	0.913	2,015	0.707	2,948	0.755
중고	1,072	0.949	2,588	0.708	3,660	0.756
고	711	1.099	1,581	0.697	2,292	0.771
<b>평균</b>	<b>3,691</b>	<b>0.905</b>	<b>8,072</b>	<b>0.703</b>	<b>11,763</b>	<b>0.750</b>

<부록 표 3> 대안(1)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율

구분		버스		지하철		대중교통	
		표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
승용차	미보유	1,030	0.580	1,892	0.925	2,922	0.761
	보유	2,661	1.156	6,180	0.665	8,841	0.747
연령대	일반	3,380	0.931	7,285	0.761	10,665	0.800
	고령자	311	0.701	787	0.000	1,098	0.211
통행 시각	첨두	1,468	0.842	3,610	0.672	5,078	0.709
	비첨두	2,223	0.953	4,462	0.730	6,685	0.786
<b>평균</b>		<b>3,691</b>	<b>0.905</b>	<b>8,072</b>	<b>0.703</b>	<b>11,763</b>	<b>0.750</b>

<부록 표 4> 대안(2)의 통행거리별 원가회수율

통행거리 (km)	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
≤5	1,718	1.675	295	2.456	2,013	1.740
≤10	2,356	0.673	554	1.026	2,910	0.712
≤15	169	0.416	1,986	0.822	2,155	0.767
≤20	89	0.292	2,128	0.750	2,217	0.716
≤25	45	0.225	1,027	0.698	1,072	0.660
≤30	21	0.184	902	0.658	923	0.637
>30	85	0.119	1,735	0.604	1,820	0.559
<b>평균</b>	<b>4,483</b>	<b>0.716</b>	<b>8,627</b>	<b>0.702</b>	<b>13,110</b>	<b>0.706</b>

<부록 표 5> 대안(2)의 소득수준별 원가회수율

소득수준	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
저	1,128	0.605	1,956	0.662	3,084	0.642
중저	1,138	0.726	2,132	0.704	3,270	0.709
중고	1,355	0.747	2,811	0.716	4,166	0.723
고	862	0.847	1,728	0.717	2,590	0.743
<b>평균</b>	<b>4,483</b>	<b>0.716</b>	<b>8,627</b>	<b>0.702</b>	<b>13,110</b>	<b>0.706</b>

<부록 표 6> 대안(2)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율

구분		버스		지하철		대중교통	
		표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
승용차	미보유	1,030	0.435	1,892	0.779	2,922	0.615
	보유	3,453	0.886	6,735	0.690	10,188	0.728
연령대	일반	4,112	0.735	7,858	0.758	11,970	0.752
	고령자	371	0.556	769	0.000	1,140	0.183
통행 시각	첨두	1,747	0.659	3,897	0.656	5,644	0.657
	비첨두	2,736	0.757	4,730	0.746	7,466	0.749
<b>평균</b>		<b>4,483</b>	<b>0.716</b>	<b>8,627</b>	<b>0.702</b>	<b>13,110</b>	<b>0.706</b>

<부록 표 7> 대안(3)의 통행거리별 원가회수율

통행거리 (km)	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
≤5	572	2.730	296	4.345	868	3.053
≤10	1,157	1.195	529	1.671	1,686	1.287
≤15	169	0.740	1,335	1.130	1,504	1.056
≤20	89	0.519	1,930	0.919	2,019	0.887
≤25	45	0.399	1,014	0.744	1,059	0.716
≤30	21	0.328	909	0.602	930	0.590
>30	85	0.212	1,776	0.420	1,861	0.401
<b>평균</b>	<b>2,138</b>	<b>0.992</b>	<b>7,789</b>	<b>0.708</b>	<b>9,927</b>	<b>0.759</b>

<부록 표 8> 대안(3)의 소득수준별 원가회수율

소득수준	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
저	705	0.880	1,850	0.729	2,555	0.773
중저	556	1.019	1,962	0.717	2,518	0.772
중고	532	1.009	2,453	0.701	2,985	0.744
고	345	1.230	1,524	0.687	1,869	0.751
<b>평균</b>	<b>2,138</b>	<b>0.992</b>	<b>7,789</b>	<b>0.708</b>	<b>9,927</b>	<b>0.759</b>

<부록 표 9> 대안(3)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율

구분		버스		지하철		대중교통	
		표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
승용차	미보유	1,030	0.774	1,892	1.066	2,922	0.927
	보유	1,108	1.346	5,897	0.645	7,005	0.708
연령대	일반	1,934	1.027	6,979	0.769	8,913	0.813
	고령자	204	0.753	810	0.000	1,014	0.193
통행 시각	첨두	873	0.948	3,463	0.691	4,336	0.733
	비첨두	1,265	1.025	4,326	0.723	5,591	0.781
<b>평균</b>		<b>2,138</b>	<b>0.992</b>	<b>7,789</b>	<b>0.708</b>	<b>9,927</b>	<b>0.759</b>

<부록 표 10> 대안(4)의 통행거리별 원가회수율

통행거리 (km)	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
≤5	1,616	1.823	295	2.816	1,911	1.910
≤10	2,179	0.762	533	1.213	2,712	0.813
≤15	169	0.475	1,811	0.879	1,980	0.818
≤20	89	0.330	2,132	0.745	2,221	0.714
≤25	45	0.251	1,052	0.636	1,097	0.605
≤30	21	0.205	916	0.546	937	0.531
>30	85	0.139	1,768	0.441	1,853	0.413
<b>평균</b>	<b>4,204</b>	<b>0.790</b>	<b>8,507</b>	<b>0.627</b>	<b>12,711</b>	<b>0.666</b>

<부록 표 11> 대안(4)의 소득수준별 원가회수율

소득수준	버스		지하철		대중교통	
	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
저	1,081	0.658	1,945	0.609	3,026	0.625
중저	1,071	0.803	2,116	0.631	3,187	0.673
중고	1,242	0.829	2,738	0.633	3,980	0.675
고	810	0.952	1,708	0.627	2,518	0.690
<b>평균</b>	<b>4,204</b>	<b>0.790</b>	<b>8,507</b>	<b>0.627</b>	<b>12,711</b>	<b>0.666</b>

<부록 표 12> 대안(4)의 승용차보유여부, 연령대, 통행시간대별 원가회수율

구분		버스		지하철		대중교통	
		표본수	원가회수율	표본수	원가회수율	표본수	원가회수율
승용차	미보유	1,030	0.491	1,892	0.804	2,922	0.655
	보유	3,174	0.989	6,615	0.598	9,789	0.669
연령대	일반	3,841	0.815	7,733	0.677	11,574	0.709
	고령자	363	0.594	774	0.000	1,137	0.192
통행 시각	첨두	1,468	0.842	3,610	0.672	5,078	0.709
	비첨두	2,736	0.757	4,897	0.587	7,633	0.632
<b>평균</b>		<b>4,204</b>	<b>0.790</b>	<b>8,507</b>	<b>0.627</b>	<b>12,711</b>	<b>0.666</b>

Abstract

# A Comparative Study of the Fairness of Transit Pricing Options

- Focusing on Travelers

Entering Downtown Seoul -

Advised by

Prof. Kim, Sungsoo

June, 2016

Submitted by

Cho, Hwang Young

Department of Environmental Planning

Graduate School of Environmental Studies

Seoul National University

The implementation of the intermodal distance based transit pricing in the Seoul metropolitan area has strengthened the connection between different modes of transit, resulting in an increase in transit ridership. However, after the fare policy came into effect, transit subsidies have been increasing and deficits incurred by transit operators have been accumulating. It is anticipated that the amount of the subsidies and deficits will continue to increase if the current transit fare policy is applied without adjustments. As most of the transit passengers perceive transit as a public service, raising the fare to a high level cannot be considered as a realistic alternative. Therefore, it is necessary to find a solution to the problem through modifying the structure of the transit fare policy.

This study analyzes the equity and efficiency of the current and alternative transit pricing options. It defines 'fair' fare policy as one that is both equitable and efficient. Based on the data from individual travel survey of passengers in downtown Seoul, the equity and efficiency of alternative transit pricing options is analyzed by modelling the impacts of the implementation of alternative transit pricing options on passengers' behaviors and calculating the cost recovery ratio for the total population and for each passenger group.

The results show that the efficiency index of the current fare policy is 0.599, suggesting that approximately 60 percent of the operating costs are recovered by fare revenue. The fairness index of the current fare policy, which is computed as the sum of the difference between cost recovery ratio for each passenger group and average cost recovery ratio, is 0.3944, which shows that the current fare policy is fair compared to alternative pricing options. In terms of

the efficiency of alternative pricing options, the efficiency index of the alternative that imposes a high level flat fare on all transit modes is the highest at 0.759. However, the implementation of this alternative leads to the sharpest reduction (26 percent) in transit ridership. With regards to the equity of the pricing options, the alternative that imposes the same base fare as the current fare policy but raises the additional distance based fare (or subdivides the fare sections) is the most equitable. This alternative also minimizes the decrease in transit ridership compared to the current fare policy.

There is no pricing option that is significantly superior to other alternatives in terms of both equity and efficiency. In terms of efficiency, the fare policy imposing a high flat fare is the best alternative. However, the decrease in transit ridership has negative impacts on the efficiency of transit system. Therefore, the alternative cannot be considered as efficient in practice. On the other hand, finely graduated fare policy in fare sections leads to the smallest decrease in transit demand, and the efficiency index under this alternative is 0.706, which is higher than the index under the current fare policy even though the total amount of operating costs under this alternative is similar to that under the current fare policy. Therefore, this alternative fare policy can be considered as an efficient fare policy in practice. In conclusion, the distance based fare policy with further divisions in fare sections is fair, both equitable and efficient.

This study focuses on travelers entering downtown Seoul, and it is possible that a different conclusion is reached if the analysis is conducted on all passengers in the Seoul metropolitan area. However, this study is significant in that it establishes a tool to analyze equity



and efficiency of transit pricing options.

keywords : Transit Pricing Option, Fairness , Efficiency,  
Equity, Seoul

*Student Number : 2013-22013*